



SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN KI PADA MEDIA
2% NaCl TERHADAP INHIBISI KITOSAN
PADA KOROSI *TINPLATE***

**FIRMAN ARDYANSYAH
NRP 1411 100 025**

**Dosen Pembimbing
Dra. Harmami, M.S.**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**



SCRIPT

**EFFECT OF KI ADDITION TO 2% NaCl
MEDIA ON THE CHITOSAN INHIBITION ON
TINPLATE CORROSION**

**FIRMAN ARDYANSYAH
NRP 1411 100 025**

**Supervisor
Dra. Harmami, M.S.**

**CHEMISTRY DEPARTMENT
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PENAMBAHAN KI PADA MEDIA 2%
NaCl TERHADAP INHIBISI KITOSAN PADA KOROSI
TINPLATE**

SKRIPSI

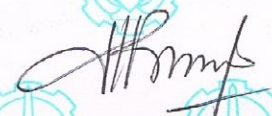
Disusun oleh :

FIRMAN ARDYANSYAH

NRP. 1411 100 025

Surabaya, 8 Juli 2015

Disetujui oleh Pembimbing



Dra. Harmami, M.S.

NIP. 19611216 198803 2 002

**Mengetahui
Ketua Jurusan Kimia,**



Hamzah Fansuri, M.Si. Ph.D

NIP. 19691017 199412 1 001

**PENGARUH PENAMBAHAN KI PADA MEDIA 2%
NaCl TERHADAP INHIBISI KITOSAN PADA KOROSI
*TINPLATE***

Nama : Firman Ardyansyah
NRP : 1411100025
Pembimbing : Dra. Harmami, M.S.

Abstrak

Pengaruh penambahan KI pada media 2% NaCl terhadap inhibisi kitosan pada korosi Tinplate telah diteliti dengan menggunakan metode pengurangan berat dan polarisasi potensiodinamik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan 40 mg/L KI mengakibatkan terjadinya efek sinergis optimum antara kitosan dan KI dalam menginhibisi korosi *Tinplate* dalam media 2% NaCl yang ditunjukkan dengan kenaikan nilai persentase efisiensi inhibisi. Pada penelitian ini dihitung efisiensi inhibisi dengan menggunakan blanko media korosi 2% NaCl dan media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan. Persentase efisiensi inhibisi dengan blanko media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan menunjukkan %EI tertinggi pada penambahan 40 mg/L KI yaitu sebesar 80,41% dan nilai persentase efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko media korosi 2% NaCl menunjukkan bahwa efek sinergis antara kitosan dengan KI optimum pada penambahan 40 mg/L KI dengan nilai % EI sebesar 86,50 %.

Kata kunci : Inhibisi korosi, *Tinplate*, KI, kitosan

EFFECT OF KI ADDITION TO 2% NaCl MEDIA ON THE INHIBITION OF CHITOSAN ON TINPLATE CORROSION

Name : Firman Ardyansyah
NRP : 1411100025
Advisor Lecturer : Dra. Harmami, M.S.

Abstract

The influence of the addition of KI at 2% NaCl media on the inhibition of chitosan on tinplate corrosion have been studied by using weight loss method and potentiodynamic polarization. The results showed that the addition of 40 mg / L KI resulting optimum synergistic effect between chitosan and KI to inhibit tinplate corrosion in 2% NaCl media that indicated by the increase of the percentage of inhibition efficiency. In this study, the inhibition efficiency calculated using 2% NaCl corrosion media 2% NaCl corrosion media + 10 mg / L of chitosan as a blank. The percentage of inhibition efficiency with blank 2% NaCl corrosion media + 10 mg / L chitosan showed the highest %EI on addition of 40 mg / L of KI in the amount of 80.41% and the percentage of inhibition efficiency values were calculated using 2% NaCl corrosion media as a blanko shows that the synergistic effect between chitosan and KI are optimum when 40 mg / L of KI added in corrosion media with 86.50% of inhibition efficiency .

Keywords: Corrosion inhibition, Tinplate, KI, Chitosan

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis sampaikan kepada Allah SWT. Karena atas Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan KI pada Media 2% NaCl Terhadap Efisiensi Inhibisi Kitosan pada Korosi *Tinplate*”

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Dra. Harmami, MS sebagai dosen wali sekaligus pembimbing skripsi yang selalu memberikan saran dan bimbingan selama penyusunan naskah skripsi ini.
2. Dr. rer.nat, Fredy Kurniawan, M.Si selaku kepala laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik yang menyediakan fasilitas laboratorium selama penelitian.
3. Hamzah Fansuri, M.Si., Ph.D selaku ketua jurusan yang memberi fasilitas selama penyusunan skripsi.
4. Orang tua yang selalu memberikan semangat dan doa.
5. Teman-teman Chem11its serta senior jurusan Kimia yang selalu memberikan semangat dalam penyusunan skripsi.
6. Semua pihak yang tidak mungkin bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Semoga skripsi ini dapat menginspirasi dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 8 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
Abstrak	v
Abstract	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Tin Plate</i>	7
2.2 Garam Dapur (NaCl)	8
2.2.1 Garam Dapur (NaCl) yang Mengandung Yodium	8
2.3 Korosi	9
2.3.1 Pengertian Korosi	9
2.3.2 Tinjauan Termodinamika	10
2.3.3 Tinjauan Kinetika	10
2.3.4 Metode Pengukuran Laju Korosi	11
2.3.5 Korosi pada Tinplate	13
2.3.6 Metode Pengendalian Korosi	15
2.4 Inhibitor Korosi	16
2.4.1 Efisiensi Inhibisi	17
2.5 Kitosan Sebagai Inhibitor	18
2.6 Adsorpsi Inhibitor	19

2.6.1 Termodinamika Adsorpsi.....	21
2.7 Pengaruh KI terhadap Inhibisi Inhibitor	22
BAB III	25
METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Alat dan Bahan.....	25
3.1.1 Alat.....	25
3.1.2 Bahan	25
3.2 Prosedur Kerja	25
3.2.1 Preparasi Spesimen Tinsplate	25
3.2.2 Pembuatan Larutan 2% NaCl sebagai Media Korosi	25
3.2.3 Pembuatan Larutan 3% Asam Asetat.....	25
3.2.4 Pembuatan Media Korosi 2% NaCl dengan Kandungan 10 mg/L Kitosan	26
3.2.6 Metode Pengurangan Berat.....	26
3.2.7 Metode Polarisasi Potensiodinamik	26
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Pengaruh Penambahan KI terhadap Laju Korosi	29
4.1.1 Metode Pengurangan Berat.....	29
4.1.2 Metode Polarisasi Potensiodinamik	34
4.2 Mekanisme Adsorpsi Kitosan Tanpa dan dengan Adanya KI.....	42
BAB V	47
KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	57
BIODATA PENULIS.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data laju korosi menggunakan metode pengurangan berat.....	30
Tabel 4.2	Hasil pengukuran polarisasi potensiodinamik <i>tinplate</i> dalam berbagai variasi media.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ekstrapolasi Tafel pada Diagram Polarisasi.	13
Gambar 2.2	Tahap awal proses korosi pada tinplate dalam larutan NaCl.....	14
Gambar 2.3	Proses Korosi serius pada <i>tinplate</i> dalam larutan NaCl.....	14
Gambar 2.4	Struktur Kitosan.....	18
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara laju korosi dengan variasi konsentrasi KI.....	31
Gambar 4.2	Grafik hubungan antara persentase efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko larutan 2% NaCl+10 mg/L kitosan dengan variasi KI.....	32
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara % efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko larutan 2% NaCl dengan variasi konsentrasi KI.....	33
Gambar 4.4	Kurva polarisasi potensiodinamik tinplate dengan inhibitor kitosan 10 mg/L tanpa dan dengan adanya KI.....	34
Gambar 4.5	Grafik hubungan arus korosi (icorr) dengan variasi media.....	37
Gamabr 4.6	Grafik hubungan antara % efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko larutan 2% NaCl + 10 mg/ L kitosan dengan variasi konsentrasi KI.....	38
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara % efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko larutan 2% NaCl dengan variasi konsentrasi KI.....	40
Gamabr 4.8	Mekanisme protonasi atom N pada molekul kitosan dengan ion H ⁺ yang ada pada media korosi.....	43
Gambar 4.9	Mekanisme penggantian kation H ⁺ dengan molekul kitosan (terjadinya fisisorpsi).....	43

Gambar 4.10	Proses terjadinya kemisorpsi molekul kitosan pada permukaan logam tinplate.....	44
Gambar 4.11	Terjadinya interaksi elektrostatik antara permukaan tinplate dengan molekul kitosan.....	45
Gambar 4.12	Adsorpsi secara kimia (kemisorpsi) kitosan pada permukaan tinplate setelah terjadinya interaksi elektrostatik.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengalengan makanan merupakan teknologi yang berkembang pesat seiring dengan banyaknya permintaan konsumen terhadap makanan cepat saji (Ismail & Sumadjo, 2003). Teknologi pengemasan makanan dengan menggunakan kaleng mulai berkembang pesat pada abad ke 18 (Julianti & Nurminah, 2006). Banyak inovasi mengenai material yang aman dan dapat diaplikasikan untuk digunakan sebagai bahan kaleng makanan. Sampai saat ini, material logam yang sering digunakan untuk bahan kaleng pengemas makanan adalah baja, timah, kromium, dan alumunium. Bahan-bahan logam tersebut, dibuat paduan logam seperti tinsplate (baja yang dilapisi dengan lapisan timah yang sangat tipis), baja yang dilapisi kromium atau sering dikenal dengan *electrolytic chromium-coated steel* (Da-Hai. dkk, 2011), aluminium dan *black plate* (Smith & Hui, 2004). Namun penggunaan *black plate*, yang merupakan lembaran baja tipis yang dikurangi ketebalannya dalam keadaan dingin dan baja yang dilapisi dengan krom jarang digunakan dalam pengalengan makanan. Bahan *black plate* sangat mudah terkorosi dalam suasana lembab. Walaupun baja yang dilapisi krom memiliki kelebihan yaitu ketahanannya dengan suhu yang relatif tinggi, namun penggunaan krom yang merupakan logam berat berbahaya akan mengkontaminasi makanan yang dikemas (Smith & Hui, 2004). Material yang aman serta sering digunakan sebagai material kaleng pengemas makanan adalah *tinsplate* (Yuyun & Gunarsa, 2011).

Walaupun *tinsplate* dapat dikatakan aman untuk material kaleng kemasan makanan, namun tetap saja ada resiko yang dapat timbul. Resiko yang dapat timbul yaitu adanya reaksi oksidasi dari timah yang terkandung pada *tinsplate* yang menyebabkan terkontaminasinya bahan makanan oleh timah. Walaupun timah tidak tergolong dalam logam yang beracun, namun dalam dosis yang besar dapat menyebabkan gangguan pencernaan serius.

(Boogaard, dkk, 2003). Proses oksidasi atau korosi pada *tinplate* disebabkan terjadinya interaksi antara material *tinplate* dengan bahan makanan yang dikemas pada kaleng *tinplate*. Hal itu dikarenakan pada makanan umumnya mengandung garam seperti NaCl dan elektrolit lain dengan jumlah yang lebih sedikit (Da-Hai, dkk, 2012).

Adanya masalah korosi kaleng *tinplate* yang disebabkan oleh interaksi kaleng *tinplate* dengan garam yang terkandung di dalam makanan, mendorong banyak inovasi mengenai cara pencegahan korosi pada *tinplate* dengan menggunakan larutan NaCl sebagai lingkungan buatan yang mewakili bahan makanan yang terkemas dalam kaleng *tinplate*. Penelitian yang pernah dilakukan yaitu penggunaan *rare earth klorida* yaitu $\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sebagai inhibitor (Arenas, 2002). $\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ terbukti dapat menjadi inhibitor korosi yang efektif bagi *tinplate*. Namun, peningkatan jumlah inhibitor yang ditambahkan akan menurunkan nilai efisiensi inhibisi, dikarenakan bertambahnya ion Cl^- . Selain itu, telah diteliti pula penggunaan madu aracia sebagai inhibitor pada *tinplate* dalam media larutan NaCl 3% (Radojcic, dkk, 2008). Dalam penelitian tersebut, madu aracia terbukti dapat menjadi inhibitor korosi pada *tinplate*. Namun, Efisiensi inhibisi yang dihasilkan masih relative rendah yaitu 83%.

Baru-baru ini, telah diteliti mengenai penggunaan Kitosan sebagai inhibitor korosi pada *tinplate*. Kitosan merupakan hasil dari proses deasetilasi kitin yang diisolasi melalui kulit hewan *crustacea* seperti udang, kepiting, ketam serta dapat juga diisolasi dari serangga ataupun jamur (Morimoto dkk, 2003). Penelitian 5 tahun terakhir menunjukkan bahwa kitosan efektif digunakan sebagai inhibitor korosi pada berbagai macam logam seperti penggunaan kitosan sebagai inhibitor baja lunak pada lingkungan air gambut yang efisiensi inhibitorynya mencapai 93,66% (Erna dkk, 2011), penggunaan kitosan sebagai inhibitor korosi tembaga pada lingkungan HCl 0,5 M dengan nilai efisiensi inhibisi 92 % (Mahmoud & El-Haddad, 2013), dan juga pemanfaatan kitosan sebagai inhibitor korosi pada aluminium di lingkungan asam

dengan nilai efisiensi inhibisi sebesar 81,3% (Abdallah dkk, 2013). Selain keunggulannya yang dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor pada bermacam logam, serta aman apabila diaplikasikan pada produk makanan, maka dimungkinkan kitosan dapat diaplikasikan sebagai inhibitor korosi pada kaleng makanan (*tinplate*). Di tahun 2014, diteliti mengenai penggunaan kitosan sebagai inhibitor korosi *Tinplate* dalam lingkungan larutan NaCl 3% (Wijayanto, 2014). Pada penelitian tersebut dihasilkan efisiensi sebesar 91, 83%. Nilai tersebut merupakan nilai efisiensi yang paling baik dibanding nilai efisiensi inhibitor dari penelitian-penelitian sebelumnya.

Pada aplikasinya, penggunaan larutan NaCl murni sebagai media korosi kurang mewakili keadaan sebenarnya. Pada bahan makanan, umumnya digunakan garam yang mengandung iodin (garam konsumsi) dan bukan menggunakan garam murni. Sesuai standar Standar Nasional Indonesia Nomor 01-3556-2000 mengenai garam konsumsi beryodium, garam konsumsi mengandung iodin dalam bentuk KIO_3 dengan jumlah minimal 30 ppm dan maksimal 80 ppm (BSNI, 2000). Selain dalam bentuk KIO_3 , pada beberapa negara-negara maju digunakan KI sebagai sumber iodin (Cahyadi, 2008). Dalam makanan, jumlah iodin yang terkandung kemungkinan lebih rendah dari kandungan iodin dalam garam konsumsi yang ditambahkan. Hal itu bergantung pada proses pengolahannya. Makanan umumnya dipanaskan untuk memperoleh kematangan. Proses pemanasan pada makanan dapat menurunkan kadar iodin sebesar 36,6% sampai 86,1 % (Cahyadi, 2008). Sehingga proses pemanasan makanan kalengan sebelum dikemas memungkinkan terjadinya penurunan kadar iodin. Selain itu faktor yang menyebabkan terjadinya pengurangan konsentrasi Iodin adalah faktor kelembapan udara, waktu penyimpanan, adanya logam terutama besi, kandungan air, dan cahaya (Cahyadi, 2007).

Ditinjau dari peristiwa korosi, adanya iodin dalam suatu media korosi dapat membantu meningkatkan efisiensi inhibisi suatu inhibitor dibandingkan adanya ion halida lain (Umoren dkk, 2008). Beberapa penelitian membuktikan efek kenaikan efisiensi

inhibisi suatu inhibitor karena adanya iodine pada logam, inhibitor dan media korosi yang berbeda-beda. Telah diteliti bagaimana efek iodine terhadap inhibisi polyacrylamide pada besi dalam lingkungan asam sulfat. Penelitian tersebut membuktikan bahwa semakin banyak konsentrasi iodine akan meningkatkan nilai efisiensi. Tanpa iodine, efisiensi polyacrylamide sebesar 72% dan terjadi kenaikan sebesar 92 % pada konsentrasi 5mM KI (Umoren dkk, 2010). Telah diteliti pula bagaimana efek adanya iodine terhadap inhibisi senyawa purin pada korosi baja SS 304 dalam media HCL 1 M yang dapat menaikkan efisiensi inhibisi dari 77,14% menjadi 92,01% serta dapat menurunkan laju korosi hingga 2,96 mmpy (Anoraga dkk, 2011). Iodine juga dapat meningkatkan efisiensi inhibisi fenilhidrazin heterosiklik pada korosi baja karbon dalam media asam sulfat dari 83,2% meningkat menjadi 99,2 % dengan adanya KI sebesar 0,2 mM (Raphael dkk, 2013).

Adanya perbedaan kadar Iodine dalam makanan kaleng akibat pengaruh berbagai faktor mendorong penulis untuk meneliti bagaimana pengaruh konsentrasi iodine pada garam konsumsi terhadap tinplate dengan adanya kitosan sebagai Inhibitor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, pemberian Iodida dalam garam untuk makanan kaleng dapat mempengaruhi efisiensi inhibisi suatu inhibitor. Oleh karena itu peneliti perlu mengetahui bagaimana pengaruh konsentrasi KI dalam media 2% NaCl terhadap korosi tinplate sebagai kaleng pengemas makanan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi KI optimum yang dapat digunakan dalam media 2% NaCl + Kitosan yang menghasilkan efisiensi inhibisi terbesar.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah digunakan 7 variasi konsentrasi KI yaitu 0 mg/L; 30 mg/L; 40 mg/L; 50 mg/L; 60 mg/L; 70 mg/L; dan 80 mg/L sesuai dengan konsentrasi KI pada garam dapur yang diatur dalam SNI Nomor 01-3556-2000 dengan kondisi suhu ruang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tin Plate

Tinplate merupakan paduan bahan yang terdiri dari lembaran besi atau baja tipis yang dilapisi dengan timah untuk mencegah pengkaratan (Bammou, et al., 2011) . Lapisan baja tipis yang biasa digunakan sebagai tinplate yaitu baja berjenis baja karbon lunak (Da-Hai dkk, 2012). Pada tinplate, timah murni dilapiskan pada dua bagian sisi lapisan baja, sehingga pada kaleng makanan timah melapisi bagian dalam dan luar kaleng makanan (Blunden & Wallace, 2003)

Tinplate mengandung timah putih yang dilapiskan sebagai anti korosi. Penggunaan timah putih sebagai pelapis kaleng makanan didasarkan atas sifat daya racun timah yang relative kecil. Namun logam timah merupakan salah satu jenis logam berat yang dapat berakibat terhabatnya reaksi metabolisme tubuh apabila terjadi kontaminasi antara produk pangan kaleng dengan timah. Menurut CODEX, jumlah maksimal timah dalam makanan adalah 250 mg/kg. Jumlah timah yang dikonsumsi manusia mencapai 1,5-3,8 mg untuk orang yang mengkonsumsi banyak makan yang terkontaminasi timah. Tubuh manusia mempunyai dosis minimal racun timah, yaitu 5-7 mg/kg berat badan. Apabila lebih atau mendekati angka tersebut, manusia akan mengalami keracunan. Tanda awal keracunan timah adalah mual-mual dan muntah. Pada keracunan timah dengan kadar tinggi akan menyebabkan kematian (Julianti & Nurminah, 2006).

Ditinjau dari efek jangka panjang, kontaminasi logam berat seperti timah pada makanan juga dapat mengakibatkan efek jangka panjang seperti gangguan sistem syaraf, penghambatan pertumbuhan, gangguan reproduksi, rentan terhadap infeksi, kelumpuhan, kematian dini, dan penurunan kecerdasan pada anak (Darmono, 2001)

2.2 Garam Dapur (NaCl)

Garam NaCl atau disebut garam dapur memiliki wujud bubuk padatan kristal dengan warna putih. NaCl memiliki berat molekul sebesar 58,44 g/mol dengan nilai titik dididk sebesar 1413°C . NaCl reaktif dengan agen pengoksidasi, asam dan logam (sciencelab, 2010).

Garam dapur (NaCl) selain berfungsi sebagai perasa asin pada makanan (Prianto, 1987), juga berfungsi sebagai pengawet alami. Hal itu didasarkan sifat garam yang dapat menyerap air (Astuti, 2006). Penyerapan air dalam bahan makanan yang ingin diawetkan oleh NaCl secara tidak langsung menyebabkan dehidrasi sel mikroorganisme pada makanan. NaCl juga mampu mengurangi kandungan oksigen di dalam larutan sehingga menyebabkan mikroorganisme di dalamnya kekurangan oksigen sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam makanan yang dapt menyebabkan makanan tidak awet (Fardiaz & Suliantari, 1988).

2.2.1 Garam Dapur (NaCl) yang Mengandung Yodium

Yodium merupakan suatu unsur hara yang dibutuhkan oleh tubuh untuk proses biosintesis hormon tiroid yang beryodium. Kekurangan yodium menyebabkan berbagai macam permasalahan, yaitu pembesaran kelenjar gondok, kretinisme, penurunan tingkat kecerdasan dan yang lebih berat adalah terjadi gangguan pada otak dan pendengaran serta kematian pada bayi (Cahyadi, 2008).

Melihat pentingnya kegunaan yodium, maka diberbagai negara menginstruksikan adanya penambahan yodium pada garam konsumsi. Di Indonesia, instruksi mengenai penambahan yodium terhadap garam konsumsi tertuang pada keputusan presiden no 69 tahun 1994 tentang garam beryodium. Untuk kandungan yodium yang ada pada garam konsumsi, para pelaku industri garam harus memenuhi standar yang diatur oleh SNI No. 01-3556 tahun 1994 dan permenkes no.77/1995 mengenai kandungan yodium standar pada garam konumsi yaitu 30-80 ppm.

Industri garam umumnya menggunakan spesi yodium berupa kalium iodat dan kalium iodide. Sesuai SNI, tentunya banyak industri garam sudah memenuhi kandungan yodium yang disyaratkan. Namun nyatanya, banyak penelitian mengatakan bahwa yodium yang dikonsumsi masyarakat masih kurang dari standar yang ditentukan (Cahyadi, 2007). Hal itu dimungkinkan pengaruh dari sifat KI atau KIO_3 yang ditambahkan serta kurang tepatnya penanganan bahan sehingga dimungkinkan kandungan yodium berkurang atau bahkan hilang.

Menurut Cahyadi (2007) berkurangnya kandungan iodium pada garam dipengaruhi banyak faktor seperti paparan sinar matahari atau suhu tinggi mengakibatkan terjadinya pengurangan kandungan yodium pada garam. Selain itu, suhu pemasakan juga memiliki pengaruh terhadap pengurangan kandungan yodium. Faktor kelembapan udara, kandungan air serta lama penyimpanan juga berpengaruh pada kandungan yodium pada garam. Semakin lama garam disimpan, maka dapat terjadi penurunan kadar yodium yang begitu banyak.

2.3 Korosi

2.3.1 Pengertian Korosi

Peristiwa korosi merupakan proses kerusakan suatu logam maupun alloy yang diakibatkan adanya interaksi antara material dengan lingkungannya. Korosi tidak dapat dihindari namun dapat dicegah dengan berbagai macam metode seperti coating, penggunaan inhibitor korosi dan sebagainya (Shaw & Kelly, 2006)

Proses korosi mengakibatkan banyak kerugian. Salah satu kerugian yang serius adalah pada aspek ekonomi. Konsekuensi yang timbul adalah adanya pergantian material terkorosi secara besar-besaran, adanya proses perbaikan pada material atau peralatan korosi yang mengakibatkan berhentinya proses produksi. Selain masalah ekonomi, akibat yang dapat timbul dari korosi adalah tingginya resiko keamanan dan kesehatan. (Jones, 1996)

2.3.2 Tinjauan Termodinamika

Ditinjau dari aspek termodinamika, suatu keadaan energi tinggi memiliki kecenderungan berubah menuju tingkat energi yang lebih rendah. Mengacu pada prinsip tersebut, maka mudah atau tidaknya suatu logam untuk mengalami korosi dapat diidentifikasi. Cara yang dapat dilakukan yaitu dengan melihat nilai energi bebasnya (ΔG). Logam yang memiliki ΔG negatif akan mudah terkorosi, sedangkan logam dengan ΔG positif akan lebih sulit terkorosi.

Nilai ΔG dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta G - \Delta G^\circ = RT \ln K \quad (2.1)$$

Dimana T merupakan suhu dalam kelvin, R merupakan konstanta molar gas (8,3145 J/mol K), dan K merupakan ketetapan kesetimbangan.

Nilai ΔG dapat diasosiasikan dengan potensial elektrokimia sesuai persamaan berikut:

$$\Delta G = -n F E \quad (2.2)$$

Dimana n merupakan jumlah elektron yang ditukar saat reaksi, F merupakan konstanta Faraday (96500 C/mol) dan E merupakan potensial elektrokimia. Ditinjau secara termodinamika, sesuai dengan persamaan energi bebas, maka korosi dapat dipengaruhi beberapa faktor yaitu suhu, potensial elektrokimia dan jumlah mol (Jones D. A., 1996).

2.3.3 Tinjauan Kinetika

Hukum Faraday terkait kuat dengan peristiwa korosi. Hal itu disebabkan karena pada proses korosi terjadi produksi dan konsumsi elektron. Dari peristiwa tersebut tentunya terdapat aliran elektron dari dan menuju antarmuka yang bereaksi dan dapat ditentukan laju alirannya atau disebut arus dengan satuan ampere (I). Tiap satu ampere diartikan terjadinya aliran $6,2 \times 10^{18}$

elektron tiap detiknya. Menurut persamaan Faraday, arus berbanding lurus dengan massa spesimen yang mengalami reaksi. Hukum Faraday dinyatakan pada persamaan berikut:

$$m = \frac{Ita}{nF} \quad (2.3)$$

(Jones, 1996)

2.3.4 Metode Pengukuran Laju Korosi

Laju dari suatu proses korosi dapat diketahui dengan menggunakan dua metode. Metode tersebut yaitu metode Pengurangan berat atau sering disebut *weight gain loss (WGL) Method*, Metode Polarisasi Potensiodinamik dan metode elektrokimia.

1. Metode Pengurangan Berat

Pada metode pengurangan berat, material yang akan diidentifikasi di timbang beratnya sebelum dikenakan media pengkorosi dan sesudah dikenakan media pengkorosi pada kurun waktu tertentu. Selanjutnya digunakan rumus berikut untuk menentukan laju korosi. Laju korosi dapat dihitung dengan menggunakan metode pengurangan masa apabila nilai ΔW positif.

$$R = \frac{K \times \Delta W}{A \times T \times D} \quad (2.4)$$

Keterangan:

R = Laju korosi (mm/year)

D = Density (gr/cm³)

ΔW = Berat yang hilang (gram)

T = Waktu (jam)

A = Luas permukaan (cm²)

K = Konstanta ($8,76 \times 10^4$)

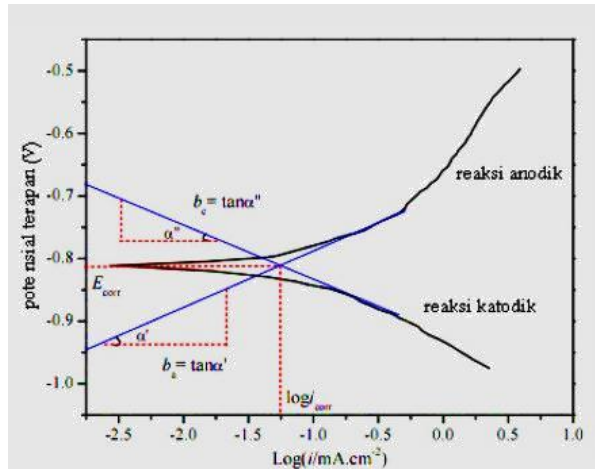
(Aziz dkk, 2012)

2. Metode Polarisasi Potensiodinamik

Polarisasi potensiodinamik merupakan metode analisis korosi yang digunakan untuk mengetahui nilai arus korosi dan potensial korosi. Pada metode ini, digunakan sistem alat 3 elektroda yang disambungkan di potensioostat dan output data di computer berupa grafik tafel. Elektroda yang digunakan yaitu elektroda kerja yang merupakan elektroda yang akan diteliti, elektroda bantu berupa logam inert seperti platina atau karbon yang berfungsi untuk mengangkut arus dalam rangkaian pada penelitian, dan elektroda acuan yang digunakan sebagai titik dasar pengukuran pada elektroda kerja. Elektroda acuan biasanya menggunakan elektroda kalomel jenuh.

Prinsip dari metode polarisasi potensiodinamik adalah memberikan suatu potensial lebih baik potensial positif maupun negatif persatuan waktu. Dalam polarisasi potensiodinamik, dikenal istilah polarisasi katodik dan polarisasi anodik. Polarisasi katodik terjadi apabila elektroda kerja diberi potensial negatif. Sebaliknya, apabila elektroda kerja diberi potensial positif maka akan terjadi polarisasi anodik. Pada proses kerjanya, saat dilakukan scan dari potensial negatif sampai positif, saat elektroda kerja diberi potensial negatif, elektroda kerja mengalami reaksi reduksi yang ditunjukkan dengan gradient negatif. Reaksi berlangsung terus sampai arus reduksi bernilai nol pada potensial tertentu yang disebut potensial korosi. Selanjutnya elektroda kerja akan mengalami reaksi oksidasi yang ditunjukkan dengan gradient positif pada grafik setebelah kanan.

Output yang didapatkan dari pengukuran parameter korosi dengan metode polarisasi potensiodinamik adalah berupa diagram polarisasi seperti pada Gambar 2.1. Selanjutnya dilakukan ekstrapolasi Tafel sehingga didapatkan nilai potensial korosi E_{corr} , Slope Katodik (b_c), dan slope anodik (b_a) (Hoang, 2007).



Gambar 2.1 Ekstrapolasi Tafel pada Diagram Polarisasi Potensiodinamik (Hoang, 2007)

2.3.5 Korosi pada Tinplate

Peristiwa korosi pada *tinplate* (Gambar 2.2) diawali dengan terjadinya korosi lokal pada lapisan timah melalui celah pada lapisan timah dengan reaksi sebagai berikut:

Reaksi Anodik:



Reaksi katodik:



(Xia dkk, 2012)

Setelah itu, terjadi proses oksidasi pada lapisan Fe yang pada awalnya terlapis dengan timah dan karena hasil korosi lokal menghasilkan celah yang mengakibatkan terjadinya korosi pada lapisan Fe sesuai persamaan berikut:

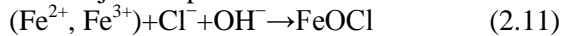
Reaksi Anodik:



Reaksi Katodik:



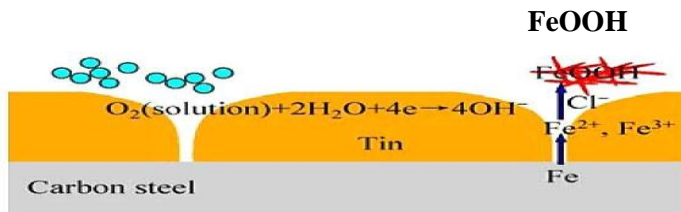
Dibawah kondisi banyaknya jumlah ion klorida, dapat memicu pembentukan FeOOH. Proses pembentukan $\gamma\text{-FeOOH}$ yang mungkin terjadi ditunjukkan pada reaksi berikut:



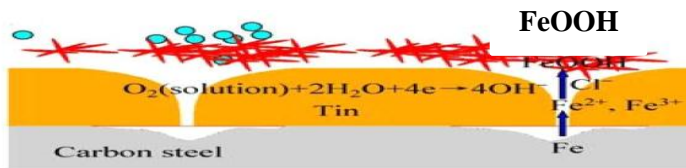
Dibawah kondisi kering:



Selanjutnya, melalui celah yang dihasilkan dari korosi lokal pada lapisan timah terjadi korosi secara berlanjutan pada lapisan baja karbon seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Tahap awal proses korosi pada tinplate dalam larutan NaCl



Gambar 2.3 Proses korosi serius pada tinplate dalam larutan NaCl

(Da-Hai dkk, 2011)

2.3.6 Metode Pengendalian Korosi

Suatu proses korosi dapat dihambat dengan mengacu pada 3 faktor yaitu faktor material, faktor interaksi antara material dan logam, dan faktor lingkungan. Cara pengendalian korosi yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengendalian korosi dengan pemilihan Material

Pengendalian korosi dengan mengacu pada faktor material dilakukan dengan cara Memilih material yang cocok dalam lingkungan tertentu. Penggunaan material harus disesuaikan dengan fungsinya. Misalnya material yang digunakan untuk tangki penyimpanan asam sulfat harus menggunakan logam yang tahan asam seperti stainless steel. Namun, pemilihan logam saja tidak cukup. Butuh adanya treatment khusus agar bahan yang digunakan memiliki waktu guna yang lebih lama sehingga dapat menekan biaya penggantian material baru serta biaya perbaikan (Utomo, 2009).

2. Pengendalian Interaksi antara Bahan dan Lingkungan

Penghambatan korosi dapat juga dilakukan dengan menghambat interaksi antara bahan dan lingkungan. Seperti metode pelapisan atau *coating*. Pelapisan pada logam merupakan metode yang sering digunakan di kehidupan sehari-hari seperti pelapisan pada pagar atau pipa menggunakan cat agar material terlindungi kontak dengan lingkungan yang berpotensi menyebabkan korosi. Namun, apabila terdapat pori pada lapisan cat yang sering diakibatkan oleh kurang meratanya proses pengecatan atau terkelupasnya lapisan cat, mengakibatkan cat dapat tertembus udara atau substansi lain yang mengakibatkan korosi sehingga proses korosi terjadi didalam lapisan cat. Selain itu metode pelapisan yang lainnya yaitu metode galvanisasi. Metode tersebut adalah metode pelapisan suatu logam menggunakan logam lain yang lebih negatif (Erna M., 2011).

3. Pengendalian Lingkungan Korosif

Metode lain untuk perlindungan korosi adalah mengendalikan lingkungan yang korosif dengan menggunakan inhibitor. Penambahan inhibitor pada lingkungan korosi dapat menurunkan laju korosi suatu logam. Selain itu penggunaan inhibitor korosi dinilai efisien karena jumlah inhibitor yang ditambahkan dalam jumlah sedikit (Dalimunthe, 2004).

2.4 Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi merupakan suatu senyawa yang dapat memperlambat laju reaksi kimia. Suatu inhibitor ditambahkan dalam lingkungan korosif untuk memperlambat reaksi korosi antara lingkungan korosif dengan logam. Jenis Inhibitor korosi dibagi menjadi 5 yaitu inhibitor pasifasi katodik, inhibitor pasifasi anodik, inhibitor ohmik, inhibitor pengendapan dan inhibitor organik (Dalimunthe, 2004).

A. Inhibitor Pasifasi Anodik

Inhibitor pasifasi anodik merupakan inhibitor yang melindungi situs anoda atau dalam korosi dapat dikatakan mencegah terjadinya reaksi oksidasi. Inhibitor jenis ini akan membentuk zat tidak terlarut yang akan melapisi logam dengan cara bereaksi dengan hasil oksidasi dari logam. Inhibitor jenis ini contohnya NaOH (Atmadja, 2010).

B. Inhibitor Pasifasi Katodik

Inhibitor pasifasi katodik bekerja dengan cara bereaksi dengan ion hidroksil hasil reaksi reduksi dan membentuk lapisan pada permukaan logam sehingga mencegah terjadinya interaksi antara oksigen dengan logam (Atmadja, 2010).

C. Inhibitor Ohmik

Inhibitor jenis ini dapat menaikkan nilai hambatan pada suatu logam sehingga tahanan yang dimiliki oleh logam dapat naik. Cara kerja dari inhibitor ini adalah dengan membentuk film pada bagian permukaan suatu logam yang dilindungi (Dalimunthe, 2004).

D. Inhibitor Pengendapan

Inhibitor pengendapan merupakan suatu inhibitor berupa senyawa yang dapat membentuk film yang dapat memperlambat reaksi reduksi maupun oksidasi pada suatu logam, seperti silica (Erna, 2011).

E. Inhibitor Organik

Inhibitor organik merupakan suatu inhibitor berupa senyawa organik yang bekerja dengan cara membentuk senyawa kompleks yang dapat teradsorpsi pada lapisan logam sebagai adsorben. Terbentuknya senyawa kompleks pada inhibitor organik adalah adanya ikatan kovalen koordinasi yang disebabkan adanya atom belerang, nitrogen, dan oksigen yang merupakan kriteria suatu senyawa organik bisa atau tidak dijadikan inhibitor korosi (Dalimunthe, 2004).

2.4.1 Efisiensi Inhibisi

Efisiensi inhibisi merupakan suatu parameter untuk mengetahui tingkat efisiensi kinerja suatu inhibitor dalam menghambat reaksi korosi. Penentuan efisiensi inhibisi ditentukan menggunakan persamaan (2.13) dan (2.14) bergantung pada metode penentuan laju korosi yang digunakan dalam penelitian.

Untuk nilai efisiensi inhibisi dengan metode pengurangan berat, dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\%IE = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad (2.13)$$

Dimana W_1 merupakan berat yang hilang dalam media tanpa adanya inhibitor dan W_2 merupakan berat yang hilang dalam media dengan adanya inhibitor.

(Aziz dkk, 2012)

Penentuan nilai efisiensi inhibisi dengan metode polarisasi potensiodinamik, dapat menggunakan persamaan:

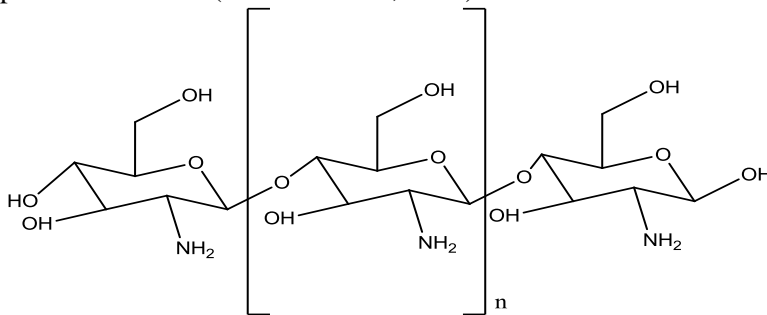
$$\%EI = \frac{i_{corr} - i_{corr(1)}}{i_{corr}} \times 100\% \quad (2.14)$$

Dimana i_{corr} merupakan densitas arus korosi blanko dan $i_{corr(1)}$ merupakan densitas arus sample yang diberi perlakuan atau variasi.

(Firmansyah, 2011)

2.5 Kitosan Sebagai Inhibitor

Kitosan (gambar 2.3) merupakan suatu polimer organik yang didapatkan dari isolasi kitin yang selanjutnya dilakukan proses deasetilasi (Morimoto dkk, 2003).



Gambar 2.4 Struktur kitosan

Kitosan memiliki wujud padat dan berwarna putih. Kitosan tidak larut dalam air namun larut dalam pelarut organik seperti asam asetat. Kitosan tidak memiliki sifat korosif (sciencelab, 2010)

Di bidang korosi, kitosan banyak diteliti sebagai inhibitor korosi pada logam. Ada banyak penelitian mengenai pemanfaatan kitosan sebagai inhibitor korosi logam seperti pada baja lunak, tembaga, aluminium dan pada tinplate. Telah diteliti mengenai penggunaan kitosan sebagai inhibitor korosi pada baja lunak dalam media korosi air gambut. Penelitian tersebut menghasilkan Efisiensi inhibisi kitosan sebesar 93,66 %, memenuhi adsorpsi isothermal Langmuir, dan jenis adsorpsi kitosan pada permukaan baja lunak termasuk kemisorpsi yang bersifat spontan (Erna dkk, 2011). Penelitian lain menunjukkan bahwa kitosan memiliki efisiensi inhibisi yang tinggi, yaitu sekitar 92% pada logam tembaga dalam media korosi HCl 0,5 M dan memenuhi isothermal adsorpsi Langmuir (Mahmoud & El-Haddad, 2013). Efisiensi inhibisi sebesar 81,33% dihasilkan oleh kitosan pada logam aluminium dalam media HCl 0,5 M dan memenuhi adsorpsi isothermal temkin serta berlangsung reaksi secara spontan (Abdallah dkk, 2013). Di tahun 2014, wijayanto meneliti penggunaan kitosan sebagai inhibitor korosi tinplate dalam lingkungan 3% NaCl yang menghasilkan nilai efisiensi inhibisi sebesar 91,83% dan memenuhi adsorpsi isothermal Langmuir (Wijayanto, 2014).

2.6 Adsorpsi Inhibitor

Proses inhibisi korosi oleh molekul inhibitor termasuk proses kimia permukaan. Sehingga melibatkan proses adsorpsi dalam prosesnya . Adanya lapisan pada permukaan suatu logam akibat adanya proses adsorpsi yang membuat terhambatnya proses korosi suatu logam (Solehudin & Untung, 2009) . Adsorpsi inhibitor pada logam dapat terjadi secara kimia maupun fisika. Adsorpsi kimia (kemisorpsi) terjadi karena adanya suatu reaksi kimia yang menyebabkan terbentuk ikatan kimia yang sangat kuat dan sangat sulit dilepaskan kembali (Ngandayani, 2011) .

Sedangkan adsorpsi fisika (fisisorpsi) terjadi karena adanya interaksi fisik (adanya interaksi elektrostatis) antara inhibitor dan logam (Suardana, 2008). Untuk mengetahui jenis adsorpsi yang terjadi pada suatu inhibitor dengan logam yang diinhibisi dapat dilakukan dengan fitting model isothermal adsorpsi. Dalam penelitian inhibitor korosi, sering digunakan 3 jenis model adsorpsi isothermal yaitu:

A. Adsorpsi Isothermal Freundlich

Pola adsorpsi Freundlich dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan freundlich

$$\theta = K_{ads} \times C \quad (2.15)$$

Plot antara θ vs C akan menghasilkan kurva yang apabila nilai koefisien korelasinya (R^2) nilainya mendekati 1 maka dapat disimpulkan sistem sesuai dengan adsorpsi Isothermal Freundlich dan dapat dinyatakan bahwa inhibitor mengalami fisisorpsi
(Restiawan & Harmami, 2013)

B. Adsorpsi Isothermal Langmuir

Pola adsorpsi Langmuir dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{C}{\theta} = \frac{1}{K_{ads}} + C \quad (2.16)$$

Kurva antara C/θ dengan C akan menghasilkan regresi linier yang apabila nilai koefisien korelasi (R^2) bernilai mendekati 1, maka dapat dikatakan sistem mengikuti adsorpsi isothermal Langmuir (Restiawan & Harmami, 2013). Adsorpsi Isothermal Langmuir berlaku pada permukaan homogen dan cocok dengan molekul yang teradsorpsi secara kimia (kemisorpsi) (Handayani & Sulistiyono, 2009)

C. Adsorpsi Isotermal Temkin

Adsorpsi isothermal temkin berlaku pada permukaan heterogen (Handayani & Sulistiyono, 2009). Untuk menentukan pola adsorpsi temkin, digunakan persamaan berikut:

$$\ln K C = a \theta \quad (2.17)$$

dimana K merupakan konstanta kesetimbangan reaksi adsorpsi, C merupakan konsentrasi larutan, a merupakan parameter interaksi dan θ merupakan permukaan yang terlapsi. Untuk menentukan adsorpsi isothermal temkin, plot θ vs $\log C$. Selanjutnya apabila data yang diplot menghasilkan kurva lurus (linear) maka dapat disimpulkan isothermal temkin sesuai untuk sistem tersebut dan dapat dikatakan adsorpsi terjadi secara kemisorpsi (Abdallah dkk, 2013).

2.6.1 Termodinamika Adsorpsi

Ditinjau dari fungsinya, aspek termodinamika merupakan suatu parameter untuk menjelaskan fenomena adsorpsi dari molekul inhibitor. Dengan meninjau secara termodinamika, dapat diketahui nilai energy bebas adsorpsi ΔG_{ads} panas adsorpsi (ΔH_{ads}), dan entropi adsorpsi (ΔS_{ads}). Dari nilai ΔG_{ads} dapat diketahui spontanitas adsorpsi inhibitor terhadap logam. Nilai (ΔH_{ads}) dapat memprediksi adsorpsi inhibitor terjadi secara eksotermal atau endotermal serta dapat menentukan jenis adsorpsi yang terjadi, fisisorpsi atau kemisorpsi (Noor & Al-Moubaraki, 2008).

Perhitungan untuk mengetahui aspek termodinamika pada proses korosi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$(\Delta G_{ads}) = -RT \ln(55,5 K_{ads}) \quad (2.18)$$

$$\ln K_{ads} = \frac{\Delta H_{ads}}{RT} + \text{Konstanta} \quad (2.19)$$

$$\Delta G_{ads} = \Delta H_{ads} - T\Delta S_{ads} \quad (2.20)$$

Nilai energy bebas dapat dihitung menggunakan persamaan (2.18) . Nilai ΔK_{ads} diperoleh dari perhitungan adsorpsi isothermal. Nilai ΔH_{ads} dapat diketahui menggunakan perhitungan dari persamaan (2.19). Setelah diketahui nilai ΔG_{ads} dan ΔH_{ads} , maka dapat diketahui nilai ΔS_{ads} menggunakan persamaan (2.20) (Abboud dkk, 2009).

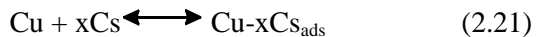
2.7 Pengaruh KI terhadap Inhibisi Inhibitor

KI merupakan suatu garam yang dalam suatu proses inhibisi korosi dapat membantu kinerja inhibitor. Mekanisme yang terjadi yaitu ion I yang memiliki elektronegatifitas rendah cenderung teradsorb pada antarmuka logam/ larutan. Hal itu membuat antarmuka logam/larutan bermuatan lebih negatif. Inhibitor yang bermuatan positif akan lebih mudah ke permukaan logam secara fisika dan setelah itu elektron bebas pada atom N akan lebih mudah teradsorp secara kimia pada permukaan logam dengan membentuk ikatan koordinasi (Anoraga dkk, 2011)

Telah diteliti efek ion I⁻ pada berbagai logam dengan jenis inhibitor yang berbeda. Penelitian dari Anoraga (2011) membuktikan bahwa penambahan 0,1 Mm KI terbukti dapat menaikkan presentase efisiensi inhibisi purin pada korosi logam *Stainless Steel* 304 dalam media 1M HCl sebesar 14.8% dari 77,14% menjadi 92,01%. Penelitian lain membuktikan bahwa efisiensi inhibisi polya crlamide pada korosi besi dalam media korosi 0,5 M Asam Sulfat mengalami peningkatan optimum setelah ditambah KI sebesar 5 mM, yaitu dari 72% menjadi 92% (Umoren dkk, 2010). Selain itu, persentase efisiensi inhibisi Fenilhidrazil heterosiklik pada korosi logam baja karbon dengan media asam sulfat meningkat dengan adanya KI. Peningkatan optimum terjadi saat ditambahkan 0,2 mM KI dengan peningkatan persentase efisiensi inhibisi sebesar 16 % dari 83,2% menjadi 99,2 % (Raphael dkk, 2013).

Pengaruh adanya ion I⁻ akibat adanya penambahan KI seperti yang dijelaskan dari beberapa penelitian disebabkan karena ion I⁻ mengakibatkan antarmuka logam dan larutan bersifat lebih negatif sehingga terjadi interaksi elektrostatis yang

mengakibatkan muatan positif pada gugus amina kitosan hasil dari reaksi protonasi lebih mudah mendekat ke permukaan logam dan selanjutnya terjadi kemisorpsi antara inhibitor dengan logam (Anoraga dkk, 2011). Menurut penelitian Anoraga dkk (2011), adanya penambahan KI menyebabkan terjadinya adsorpsi ion I^- pada permukaan logam dikarenakan memiliki keelektronegatifan lebih rendah. Proses adsorpsi Ion I^- pada permukaan logam terjadi secara kemisorpsi (Farag & Hegazy, 2013). Adanya ion I^- yang teradsorpsi di permukaan logam menyebabkan permukaan logam bermuatan negatif sehingga memudahkan inhibitor yang bersifat lebih positif mendekat pada permukaan logam/larutan dan terjadi interaksi elektrostatis. Dengan adanya interaksi elektrostatis dapat memudahkan inhibitor untuk melakukan adsorpsi kimia (kemisorpsi). Mahmoud dan El-Haddad (2013) dalam penelitiannya mengatakan bahwa proses kemisorpsi terjadi karena adanya interaksi donor aseptor antara pasangan elektron bebas pada hetero atom pada molekul inhibitor dengan orbital d kosong pada logam dengan mekanisme yang dinyatakan pada Persamaan (2.21)



Dimana Cs merupakan kitosan dan x merupakan jumlah molekul kitosan yang teradsorpsi pada permukaan tembaga.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu ukur 1000 ml, labu ukur 250 ml, propipet, pipet gondok 25 ml, pipet ukur 1 ml, pipet tetes, pinset, kaca arloji, gelas beker, neraca analitik digital dan instrument Autolab AUT 84948 untuk uji polarisasi potensiodinamik.

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aqua DM, asam asetat 98%, kitosan, KI p.a, Aseton, NaCl p.a dan tinplate.

3.2 Prosedur Kerja

3.2.1 Preparasi Spesimen Tinplate

Untuk metode pengurangan berat, *tinplate* dipotong hingga membentuk spesimen berukuran $3 \times 3 \text{ cm}^2$ dan untuk metode polarisasi potensiodinamik, tinplate dipotong dengan ukuran $4 \times 1 \text{ cm}^2$ lalu dilapisi dengan lem epoxy hingga menyisakan $1 \times 1 \text{ cm}^2$ pada salah satu sisi spesimen tinplate yang tidak dilapisi lem epoxy. Setelah itu dicuci dengan menggunakan aquades dan dilanjutkan pencucian dengan menggunakan aseton lalu dikeringkan. Spesimen tinplate yang belum diuji dibungkus dengan aluminium foil.

3.2.2 Pembuatan Larutan 2% NaCl sebagai Media Korosi

NaCl pa ditimbang seberat 20 gram lalu dimasukkan dalam labu ukur 1L dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

3.2.3 Pembuatan Larutan 3% Asam Asetat

Asam asetat 98% diambil 3,06 ml lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambah aquades hingga tanda batas.

3.2.6 Pembuatan Media Korosi 2% NaCl dengan Kandungan 10 mg/L Kitosan

Ditimbang 1 gram kitosan *food grade* dan dimasukkan dalam labu ukur 100 ml lalu ditambahkan asam asetat 3% sampai tanda batas. Larutan kitosan yang telah dibuat, diambil 1 ml dan dimasukkan dalam labu ukur 1 liter kemudian ditambahkan larutan 2% NaCl sampai tanda batas.

3.2.5 Pembuatan Media Korosi 10 mg/L Kitosan dengan Variasi Konsentrasi KI

KI ditimbang dengan variasi massa KI (7,5 mg; 10 mg; 12,5 mg; 15 mg; 17,5 mg; 20 mg) dan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml lalu ditambahkan media korosi 10 mg/L Kitosan sampai tanda batas. Untuk variasi blanko tidak ditambah KI.

3.2.6 Metode Pengurangan Berat

Spesimen *tinplate* ditimbang massa (sebagai massa awal) lalu dimasukkan ke dalam 50 ml Media korosi selama 48 jam. Setelah itu spesimen dicuci dengan aquades kemudian ditimbang kembali (sebagai massa akhir). Prosedur dilakukan secara triplo. Setelah didapatkan selisih massa Akhir dan massa awal, dapat dihitung nilai laju korosi menggunakan persamaan 2.4 dan untuk mengetahui % Efisiensi Inhibisi digunakan persamaan 2.13.

3.2.7 Metode Polarisasi Potensiodinamik

Spesimen *tinplate* diuji menggunakan instrumen Autolab AUT 84948 yang dijalankan dengan menggunakan *software* Nova 1.11. Metode polarisasi potensiodinamik menggunakan 3 elektroda yaitu spesimen *tinplate* sebagai elektroda kerja, *Saturated Calomel Electrode* (SCE) sebagai elektroda pembanding dan platina sebagai elektroda pembantu. Potensial input yang digunakan yaitu mulai -200mV sampai 200 mV dengan *scanrate* 10mV/s. Selanjutnya akan didapatkan grafik potensiodinamik. Dari grafik tersebut dilakukan metode

ekstrapolasi Tafel dan didapatkan nilai arus korosi, potensial korosi, dan laju korosi. Untuk menghitung nilai efisiensi inhibisi, digunakan persamaan 2.14.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Penambahan KI terhadap Laju Korosi

Penentuan pengaruh adanya ion I^- terhadap efisiensi inhibisi kitosan dan laju korosi *tinplate* pada media 2% NaCl telah dilakukan dengan dua metode yaitu metode pengurangan berat dan metode polarisasi potensiostatik. Penentuan efisiensi inhibisi dan laju korosi dilakukan dengan variasi konsentrasi KI yang ditambahkan pada media 2% NaCl dengan dan tanpa adanya inhibitor kitosan.

4.1.1 Metode Pengurangan Berat

Metode pengurangan berat merupakan metode untuk mengetahui nilai laju korosi dan persentase efisiensi inhibisi melalui selisih masa logam sebelum dan sesudah direndam pada media korosi. Tabel 4.1 menunjukkan selisih massa awal dan akhir dari spesimen *tinplate* dan laju korosi *tinplate* pada variasi konsentrasi KI. Dengan nilai selisih berat spesimen *tinplate* sebelum dan sesudah direndam di media korosi, dapat dihitung nilai laju korosi. Hasil laju korosi yang didapatkan dari metode pengurangan berat ditarik hubungan antara variasi konsentrasi KI dengan laju korosi yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Selanjutnya, melalui nilai laju korosi yang telah diperoleh, dapat dihitung nilai persentase efisiensi inhibisi. Pada penelitian ini dihitung 2 nilai efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko yang berbeda yaitu 2% NaCl + 10 mg/L kitosan untuk %EI(1) dan larutan 2% NaCl untuk %EI(2). Nilai %EI(1) merupakan nilai efisiensi inhibisi KI dalam lingkungan 2% NaCl yang mengandung 10 mg/L kitosan sedangkan EI(2) merupakan efisiensi inhibisi dari efek sinergis antara kitosan dan KI pada *tinplate* dalam media korosi 2% NaCl.

Tabel 4.1 Data laju korosi menggunakan metode pengurangan berat dengan berbagai variasi media

Variasi Media	$\overline{\Delta W}$ (g)	Laju Korosi (mmpy)	%EI (1)	%EI (2)
MK	0.005	0.296	-	0
MK + CS	0.00443	0.262	0	11.33
MK + CS+ 30 mg/L KI	0.0037	0.219	16.54	26
MK + CS+ 40 mg/L KI	0.00337	0.199	24.06	32.67
MK + CS+ 50 mg/L KI	0.00403	0.239	9.02	19.33
MK + CS+ 60 mg/L KI	0.00407	0.241	8.27	18.67
MK + CS+ 70 mg/L KI	0.00417	0.247	6.02	16.67
MK + CS+ 80 mg/L KI	0.00413	0.245	6.77	17.33

Keterangan:

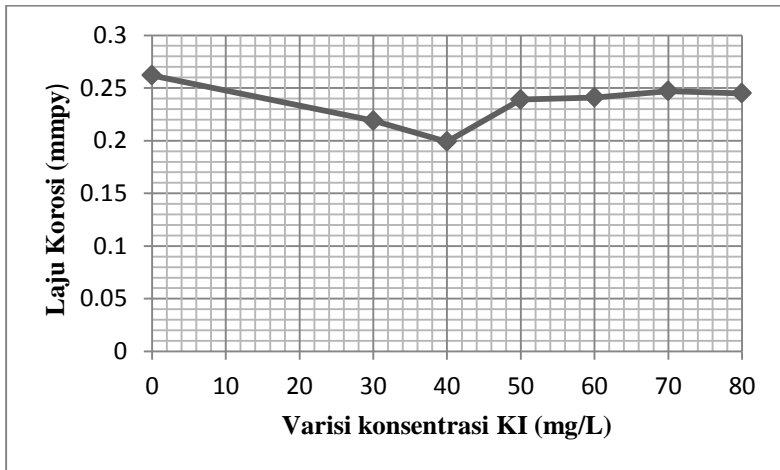
MK = Media korosi 2% NaCl

CS= Kitosan (10 mg/L)

%EI(1) = Efisiensi Inhibisi yang dihitung dengan blanko MK+CS

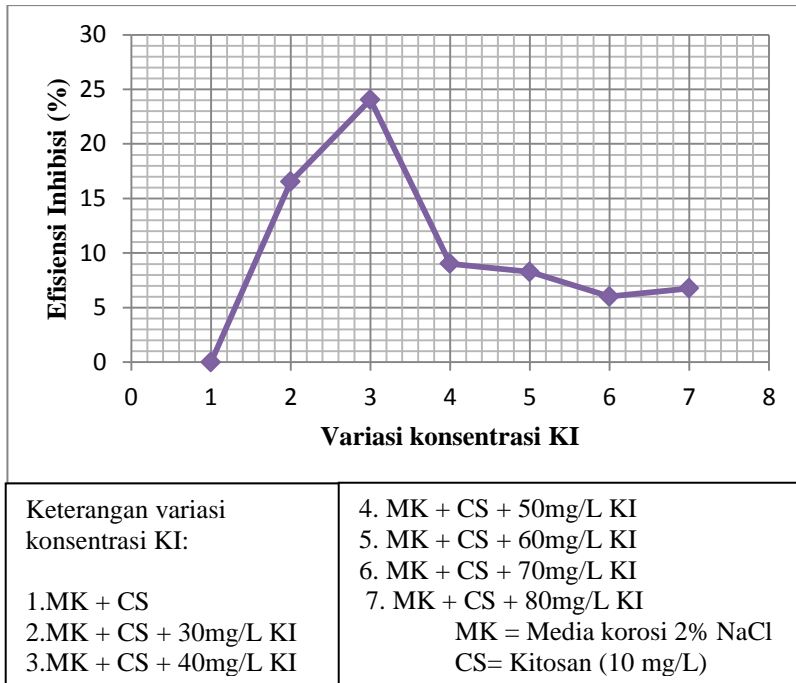
%EI(2)= Efisiensi Inhibisi yang dihitung dengan blanko MK

Melalui nilai laju korosi yang telah di dapat (Tabel 4.1) dapat ditarik hubungan antara laju korosi dengan variasi konsentrasi KI yang ditambahkan pada media korosi 2% NaCl yang mengandung 10 mg/L kitosan seperti pada Gambar 4.1. Grafik hubungan tersebut menunjukkan bahwa penurunan laju korosi optimum terjadi pada penambahan 40 mg/L KI yaitu sebesar 0,199 mmpy. Setelah itu, penambahan KI dengan konsentrasi 50-80 mg/L KI menyebabkan kenaikan kembali laju korosi.



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara laju korosi dengan variasi konsentrasi KI

Persentase efisiensi inhibisi KI pada media korosi 2% NaCl yang mengandung 10 mg/L kitosan (%EI(1)) dapat ditarik hubungan dengan konsentrasi KI yang ditambahkan sehingga dapat diketahui persentase efisiensi inhibisi tertinggi yang dihasilkan. Dilihat dari grafik pada Gambar 4.2, menunjukkan bahwa penambahan 40 mg/L KI dalam media 2% NaCl yang mengandung 10 mg/L kitosan menghasilkan nilai efisiensi inhibisi optimum pada korosi tinplate yaitu sebesar 24,06%. Pada penambahan 40 mg/L KI pula terjadi efek sinergis yang baik antara inhibitor kitosan dan KI dalam menghambat korosi *tinplate* dalam media 2% NaCl.

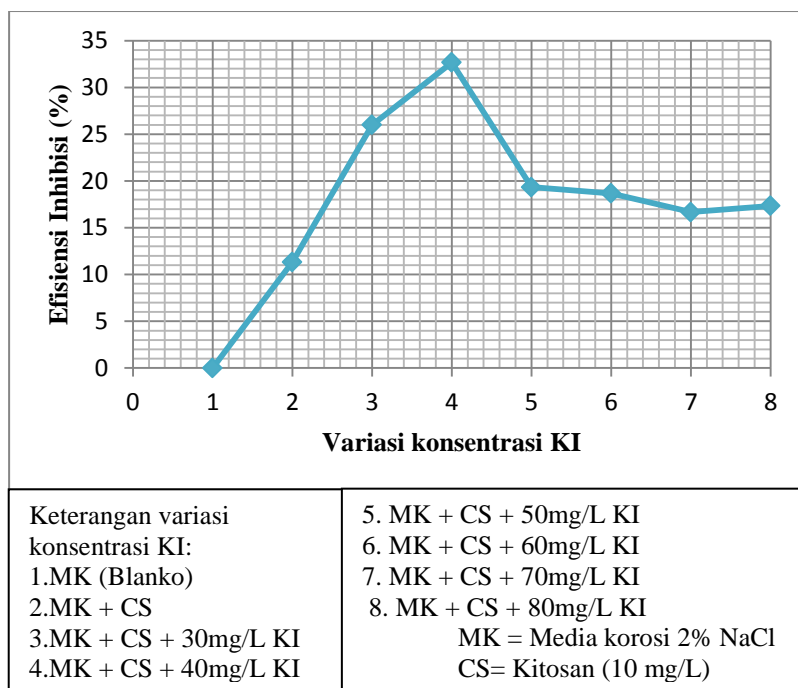


Gambar 4.2 Grafik hubungan antara % efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko larutan 2% NaCl + 10 mg/ L kitosan dengan variasi konsentrasi KI

Hubungan antara efisiensi inhibisi dari efek sinergis antara kitosan dan KI pada *tinplate* dalam media korosi 2% NaCl ditunjukkan pada Gambar 4.3. Gambar 4.3 menjelaskan bahwa penambahan KI hingga 40 mg/L menyebabkan persentase efisiensi inhibisi yang dihasilkan karena efek sinergis kitosan dan KI meningkat hingga sebesar 32,67% dan setelah itu mengalami penurunan nilai % efisiensi inhibisi secara fluktuatif hingga pada variasi konsentrasi KI sebesar 80 mg/L

Menggunakan metode yang sama yaitu metode pengurangan berat, Umoren (2008) membuktikan bahwa terjadi efek sinergis antara inhibitor *gum arabic* dengan KI dalam

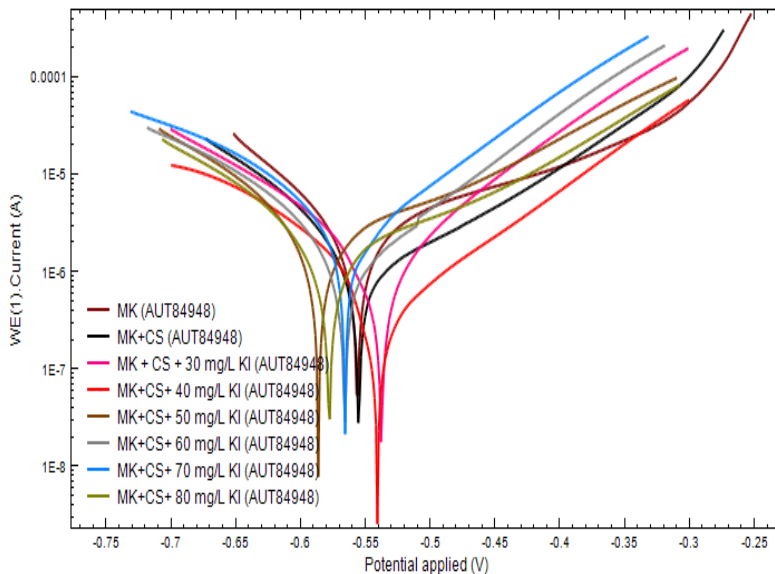
menginhibisi korosi pada logam aluminium dalam media larutan alkali. Dalam penelitiannya, didapatkan bahwa penambahan 0,5 g/L inhibitor *gum arabic* menghasilkan efisiensi inhibisi sebesar 48,7% dan setelah ditambahkan 0,05 M KI, efisiensi inhibisinya meningkat hingga 70,6 %. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat efek sinergis antara KI dan inhibitor dalam menginhibisi korosi pada logam.



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara % efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko larutan 2% NaCl dengan variasi konsentrasi KI

4.1.2 Metode Polarisasi Potensiiodinamik

Metode polarisasi potensiiodinamik merupakan metode kuantitatif untuk pengukuran sifat korosi suatu bahan logam atau *alloy* (Jones, 1996). Hasil dari pengujian menggunakan metode polarisasi potensiiodinamik berupa kurva polarisasi seperti pada gambar 4.4.



Keterangan:

MK= Media Korosi 2% NaCl

CS= 10 mg/ L kitosan

Gambar 4.4 Kurva polarisasi potensiiodinamik *tinplate* dengan Inhibitor kitosan 10 mg/L tanpa dan dengan adanya penambahan KI

Kurva polarisasi pada Gambar 4.4 kemudian diekstrapolasi Tafel sehingga menghasilkan parameter korosi tinplate dalam media 2% NaCl + 10 mg/L kitosan tanpa dan dengan penambahan KI (ba, bc, Ecorr, dan icorr) yang ditunjukkan pada tabel 4.2.

Selanjutnya, melalui data arus korosi (icorr) dapat ditentukan persentase efisiensi inhibisi dengan menggunakan persamaan 2.7. Pada penelitian ini, dihitung 2 jenis persentase efisiensi inhibisi yang dihitung menggunakan 2 jenis blanko yang berbeda seperti pada Tabel 4.2. Pertama yaitu %EI (1) yang menggunakan blanko NaCl 2% + 10 mg/L kitosan dan % EI (2) yang menggunakan blanko 2% NaCl. Nilai %EI (1) menunjukkan bagaimana efisiensi inhibisi KI pada Tinplate dalam media 2% NaCl yang ditambah 10 mg/L kitosan sedangkan nilai %EI (2) menunjukkan efisiensi inhibisi yang dihasilkan karena adanya efek sinergis antara kitosan dengan KI dalam media 2% NaCl.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran polarisasi potensiodinamik *tinplate* dalam berbagai variasi media

Variasi Media	ba (V/dec)	bc (V/dec)	Ecorr (V)	icorr (A)	%EI (1)	%EI (2)
MK	0.102463	0.280197	-0.54585	3.37×10^{-6}	-	0
MK + CS	0.072535	0.394183	-0.5570533	2.32×10^{-6}	0	31.10
MK + CS+30 mg/L KI	0.258847	0.099856	-0.5382633	1.67×10^{-6}	28.20	50.53
MK + CS+40 mg/L KI	0.067801	0.064087	-0.5411633	4.55×10^{-7}	80.41	86.50
MK + CS+50 mg/L KI	0.065889	0.098105	-0.5848333	1.35×10^{-6}	41.69	59.82
MK + CS+60 mg/L KI	0.058851	0.142507	-0.5624367	1.32×10^{-6}	43.36	60.97
MK + CS+70 mg/L KI	0.096598	0.190001	-0.5591667	2.06×10^{-6}	11.26	38.85
MK + CS+80 mg/L KI	0.095572	0.129392	-0.5766267	1.75×10^{-6}	24.74	48.15

Keterangan:

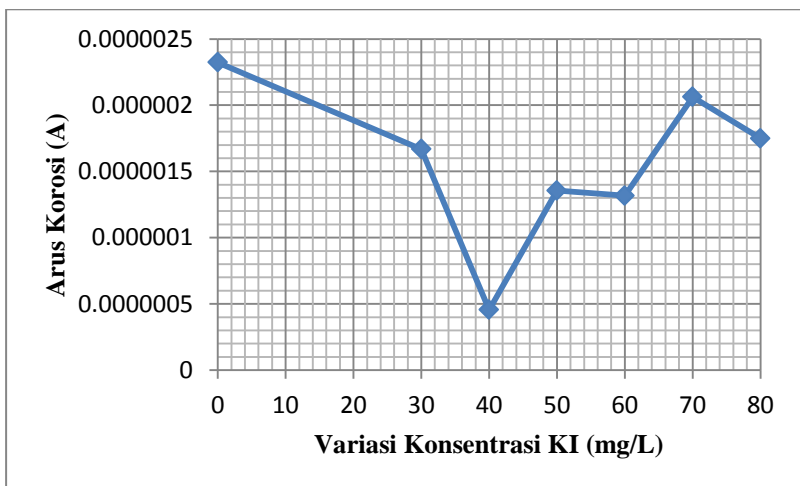
MK = Media korosi 2% NaCl

CS= Kitosan (10 mg/L)

%EI(1) = Efisiensi Inhibisi yang dihitung dengan blanko MK+ CS

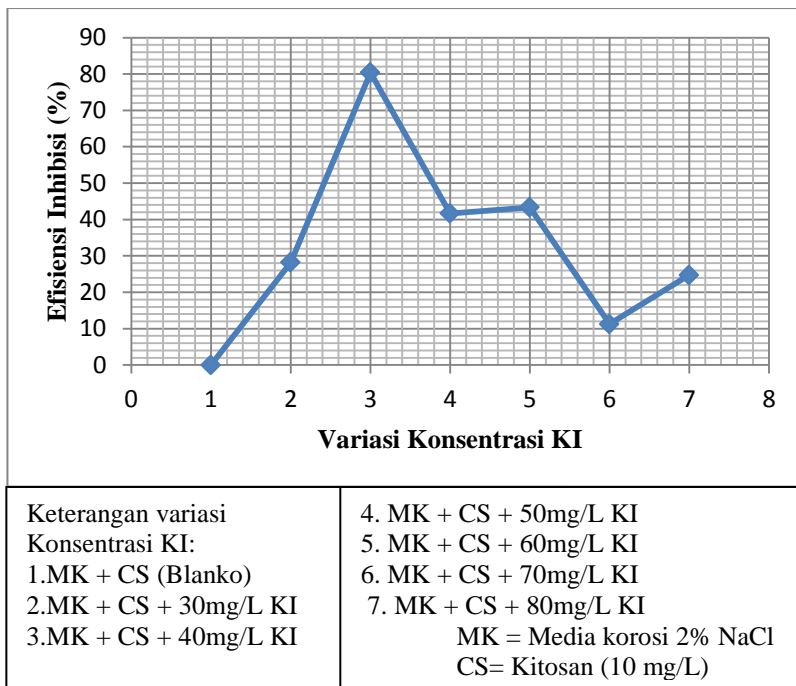
%EI(2)= Efisiensi Inhibisi yang dihitung dengan blanko MK

Hasil pengukuran parameter korosi pada Tabel 4.2 dapat ditarik hubungan antara nilai arus korosi (i_{corr}) dengan variasi konsentrasi KI yang ditunjukkan pada gambar 4.5. Pada Gambar 4.5 tersebut terlihat bahwa dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan didapatkan nilai arus korosi tertinggi. Setelah ditambah 30 mg/L sampai dengan 40 mg/L KI, terjadi penurunan nilai arus korosi dengan nilai arus korosi paling rendah pada penambahan 40 mg/L KI. Selanjutnya, penambahan KI dengan konsentrasi 50 mg/L sampai dengan 80 mg/L menghasilkan kenaikan nilai arus korosi secara fluktuatif. Nilai arus korosi yang dihasilkan dapat digunakan untuk meramalkan nilai laju korosi, sebab nilai arus korosi sebanding dengan nilai laju korosi (Jones, 1996). Sehingga apabila makin besar nilai arus korosi, maka nilai laju korosinya makin besar pula dan berlaku sebaliknya.



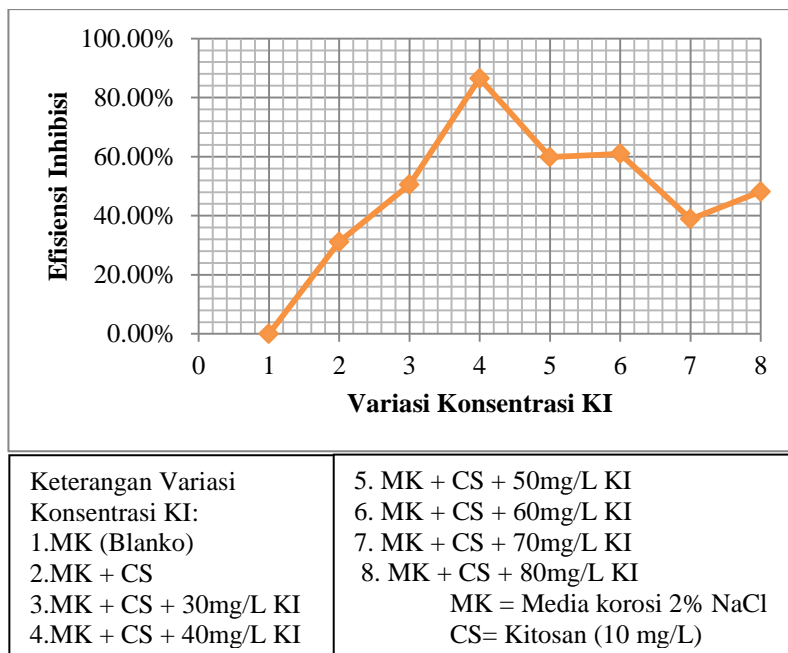
Gambar 4.5 Grafik hubungan arus korosi (i_{corr}) dengan variasi Konsentrasi KI dalam media 2% NaCl+10 mg/L kitosan

Nilai %EI KI dalam media korosi 2% NaCl yang mengandung 10 mg/L KI ditarik hubungan dengan variasi konsentrasi KI menghasilkan grafik pada Gambar 4.6. Pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan efisiensi inhibisi KI hingga penambahan 40 mg/L KI pada media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan. Penambahan 50 hingga 80 mg/L KI menunjukkan terjadinya penurunan efisiensi inhibisi secara fluktuatif.



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara % efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko larutan 2% NaCl + 10 mg/ L kitosan dengan variasi konsentrasi KI

Grafik pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa ada efek sinergis dengan kitosan untuk menghambat korosi pada logam *tinplate*. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 4.7 yang menjelaskan bahwa efek sinergis antara kitosan dan KI dalam menghambat korosi *tinplate* dalam media 2% NaCl optimum pada penambahan KI sebesar 40 mg/L. Dilihat dari perbandingan antara %EI(1) dan %EI (2) pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7, ada perbedaan antara efisiensi inhibisi KI dalam media korosi 2% NaCl yang ditambah 10 mg/L kitosan dengan efisiensi inhibisi yang dihasilkan karena adanya efek sinergis antara KI dan kitosan yaitu terjadi kenaikan nilai efisiensi inhibisi walaupun kedua nilai efisiensi inhibisi menunjukkan nilai optimum yang sama yaitu pada 40 mg/L KI atau sebesar 0,24 Mm KI. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Raphael dkk (2013) dan peneliti-peneliti yang lain yang dijelaskan pada subbab 2.6.



Gambar 4.7 Grafik hubungan antara % efisiensi inhibisi yang dihitung dengan blanko larutan 2% NaCl dengan variasi konsentrasi KI

Grafik persentase efisiensi inhibisi hasil dari penentuan dengan metode polarisasi potensiodynamik memiliki pola yang sama dengan grafik yang dihasilkan melalui penentuan dengan metode pengurangan berat yaitu KI memiliki sifat inhibitif terhadap tinplate dalam media 2% NaCl secara optimum pada penambahan hingga konsentrasi 40 mg/L. Dapat dikatakan bahwa, metode pengurangan berat maupun polarisasi potensiodynamik, mengkonfirmasi bahwa terjadi efek sinergis antara kitosan dan KI dalam menginhibisi korosi pada *tinplate* dalam media 2% NaCl

Dalam jurnalnya, Ebenso dkk (2008) mengatakan bahwa diantara golongan halida lainnya, ion I⁻ memiliki kemampuan yang paling baik untuk bersinergi dengan inhibitor korosi jenis organik

dalam menghambat proses korosi dengan urutan sebagai berikut $I^- > Br^- > Cl^-$. Hal itu dikarenakan dibandingkan ion halida lainnya, ion iodida memiliki jari-jari ion yang besar, hidrofobisitas yang tinggi serta elektronegatifitasnya yang rendah.

Selain memiliki efek menurunkan laju korosi, pada konsentrasi tertentu KI dapat meningkatkan laju korosi. Ditinjau dari efisiensi inhibisi KI dengan adanya kitosan seperti pada Gambar 4.6, grafik menunjukkan bahwa pada penambahan 40 mg/L efisiensi inhibisinya meningkat namun setelah itu efisiensi inhibisinya menurun secara fluktuatif hingga penambahan 80 mg/L KI. Dilihat dari nilai arus korosinya pada gambar 4.4, penambahan 50 mg/L – 80mg/L menghasilkan nilai arus korosi lebih tinggi dibandingkan arus korosi pada penambahan 40 mg/L KI. Karena kenaikan arus korosi sebanding dengan kenaikan laju korosi, maka dapat dikatakan pada penambahan 50-80 mg/L KI laju korosinya lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan 40 mg/L. Hal itu menandakan pada 50-80 mg/L dimungkinkan proses korosi terjadi kembali atau dengan kata lain pada konsentrasi tersebut KI tidak lagi menghambat tinplate. Menurut penelitian jeyaprabha (2006), penambahan KI pada suatu konsentrasi tertentu dapat menghambat korosi namun semakin banyak KI yang ditambahkan, KI justru dapat mempercepat laju korosi. Sesuai penelitian jeyaprabha (2006), tanpa adanya KI, korosi besi pada media asam sulfat menghasilkan arus korosi sebesar 410×10^{-6} A dan mengalami penurunan hingga 46×10^{-6} A saat ditambah 2,5 mM KI. Namun saat ditambahkan KI hingga 10 mM, arus korosi meningkat hingga 62×10^{-6} A. Ini membuktikan bahwa dalam jumlah sedikit KI dapat menghambat korosi.

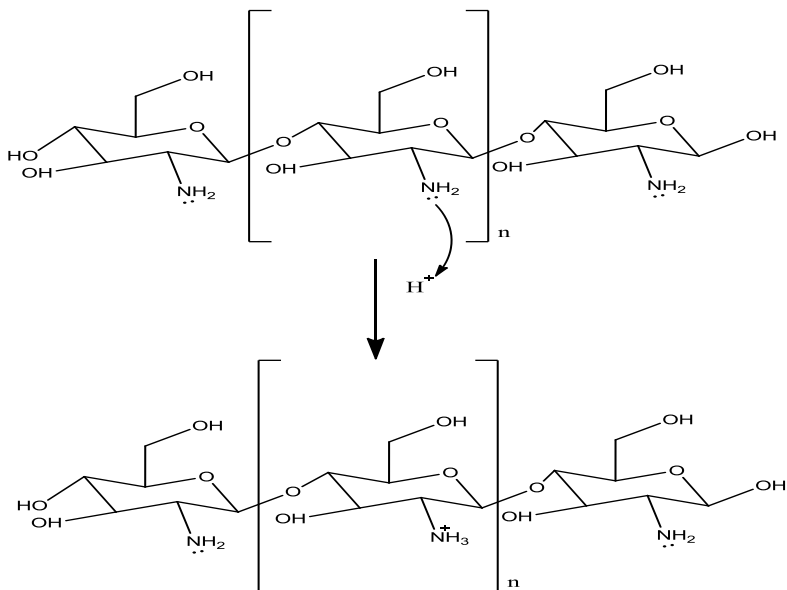
Dapat dikatakan bahwa penambahan KI dalam jumlah yang lebih banyak dapat mempercepat laju korosi. Menurut penelitian Brett & Melo (1997) diantara 6 jenis anion (Sulfat, Klorida, Bromida, Perklorate, Iodida, dan Nitrat) Iodida (I^-) menduduki peringkat 5 sebagai anion yang memiliki agresifitas dalam proses korosi sedangkan Klorida menduduki peringkat kedua. Adanya dua jenis anion yaitu Klorida dan Iodida dimungkinkan yang

menyebabkan terjadinya percepatan laju korosi saat penambahan 50-80 mg/L KI.

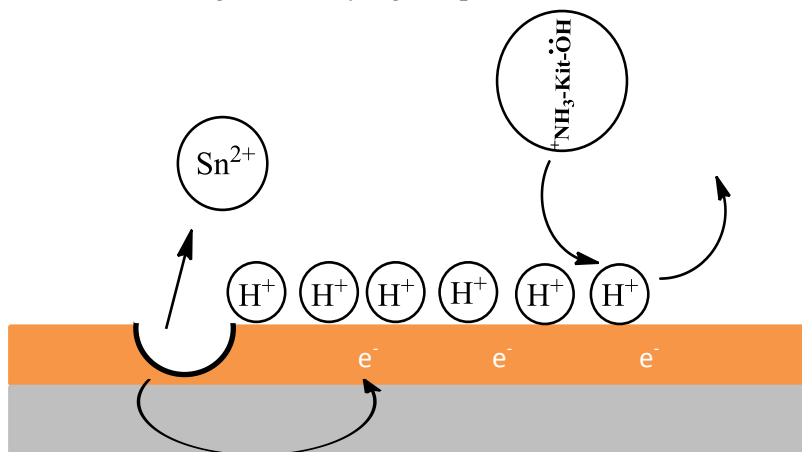
4.2 Mekanisme Adsorpsi Kitosan Tanpa dan dengan Adanya KI

Menurut Kundari dan Wiyuniati (2008), adsorpsi merupakan suatu fenomena permukaan dimana terjadi penambahan konsentrasi komponen tertentu pada permukaan antara dua fase. Adsorpsi dibagi menjadi dua jenis yaitu fisisorpsi dan kemisorpsi. Proses inhibisi korosi oleh suatu inhibitor sangat terkait dengan proses adsorpsi. Suatu inhibitor yang ditambahkan pada media korosi mengalami peristiwa adsorpsi ke logam yang diinhibisi sebagai bentuk proteksi terhadap korosi.

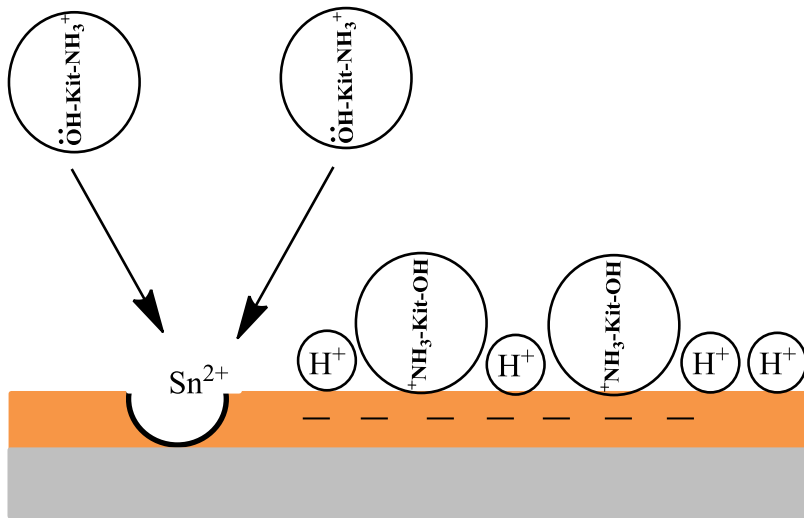
Merujuk pada penelitian Wijayanto (2014) melaporkan bahwa dalam proses inhibisi kitosan terjadi secara fisisorpsi diikuti dengan kemisorpsi pada permukaan tinplate, maka dapat diprediksi bahwa reaksi yang terjadi adalah seperti pada Gambar 4.8 hingga Gambar 4.10. Awalnya, atom N pada kitosan mengalami protonasi dengan atom H^+ sehingga atom N bermuatan positif (Gambar 4.8). Adanya H^+ bersumber pada asam asetat yang digunakan sebagai pelarut kitosan. Asam asetat tersebut terionisasi menjadi CH_3COO^- dan H^+ pada larutan media korosi (2% NaCl) (Wijayanto, 2014). Setelah itu, atom N yang bermuatan positif pada kitosan teradsorpsi secara fisika pada permukaan *tinplate* akibat adanya muatan negatif pada tinplate seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.9. Setelah terjadi fisisorpsi, mekanisme berikutnya adalah terjadinya kemisorpsi kitosan pada permukaan logam *tinplate* akibat adanya reaksi antara elektron bebas pada atom N Kitosan dengan orbital kosong pada logam Sn membentuk ikatan koordinasi seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4.8 Mekanisme protonasi atom N pada molekul kitosan dengan ion H^+ yang ada pada media korosi



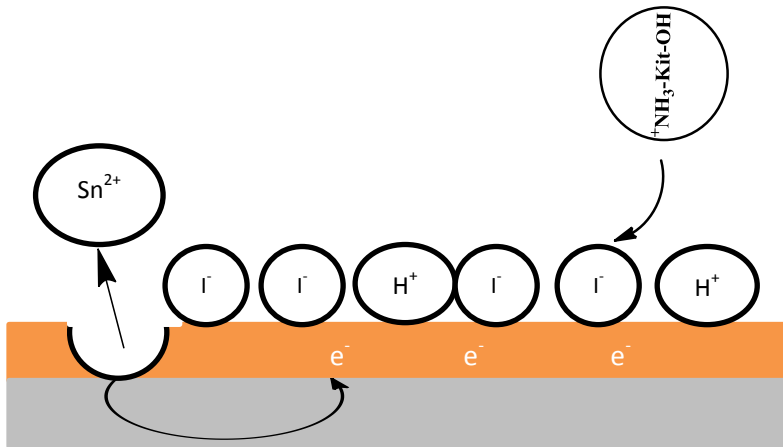
Gambar 4.9 Mekanisme penggantian kation H^+ dengan molekul kitosan (terjadinya fisisorpsi)



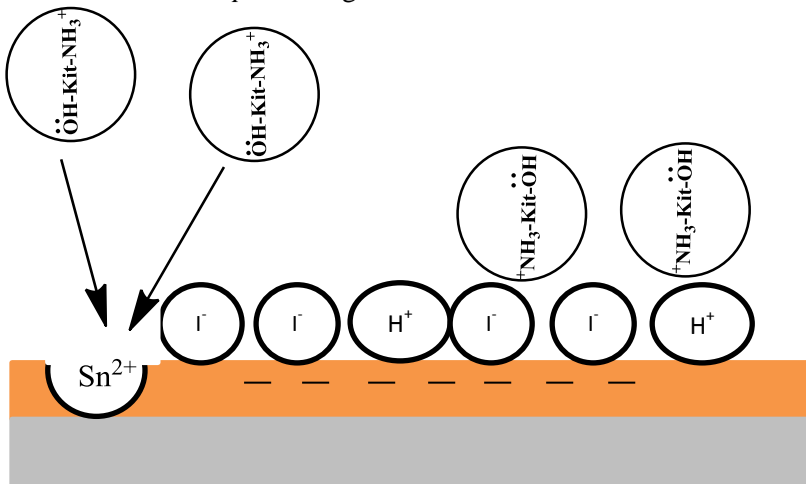
Gambar 4.10 Proses terjadinya kemisorpsi molekul kitosan pada permukaan logam tinplate

Seperti yang dijelaskan pada subbab (2.6), dalam proses adsorpsi, ion I^- teradsorpsi terlebih dahulu secara kemisorpsi. Teradsorpsinya I^- mengakibatkan logam bermuatan negatif sehingga memudahkan terjadinya interaksi elektrostatis (adsorpsi secara fisik) antara ion I^- dengan atom N yang bermuatan positif hasil proses protonasi pada molekul kitosan seperti pada Gambar 4.11. Selanjutnya, pada Gambar 4.12 dijelaskan bahwa terjadi adsorpsi secara kimia (kemisorpsi) setelah terjadi interaksi elektrostatis. Mahmoud dan El-Haddad (2013) dalam penelitiannya mengatakan bahwa proses kemisorpsi terjadi karena adanya interaksi donor aseptor antara pasangan elektron bebas pada hetero atom pada molekul inhibitor dengan orbital d kosong pada logam. Melalui pernyataan tersebut, dapat dinyatakan bahwa antara pasangan elektron bebas pada atom N kitosan dengan orbital kosong pada

logam Sn terjadi interaksi donor aseptor sehingga membentuk suatu ikatan koordinasi.



Gambar 4.11 Terjadinya interaksi elektrostatis antara permukaan *tinplate* dengan molekul kitosan



Gambar 4.12 Adsorpsi secara kimia (kemisorpsi) kitosan pada permukaan *tinplate* setelah terjadinya interaksi elektrostatis

Melalui penjelasan mengenai mekanisme adsorpsi kitosan pada *tinplate*, dapat dikatakan bahwa adsorpsi kitosan pada antarmuka logam/larutan terjadi secara fisisorpsi diikuti dengan kemisorpsi. Hal itu dikonfirmasi dengan data b_a dan b_c serta E_{corr} pada Tabel 4.2 yang didapat melalui metode polarisasi potensiodinamik. Nilai b_a pada penelitian ini tidak beraturan hal itu menandakan terjadinya adsorpsi jenis fisisorpsi pada permukaan logam. Mekanisme tersebut sama dengan mekanisme adsorpsi kitosan pada permukaan *tinplate* pada penelitian Wijayanto (2014). Namun yang membedakan adalah fisisorpsi yang terjadi karena adanya ion I^- pada penelitian ini terjadi lebih kuat sehingga memudahkan kitosan untuk teradsorpsi secara kimia pada permukaan logam yang optimum terjadi pada penambahan 40 mg/L KI.

Menurut Suardana (2008), dalam fisisorpsi terjadi interaksi van der Waals antara substrat dan adsorbat. Interaksi tersebut melibatkan gaya yang lebih lemah dibanding kemisorpsi sehingga ikatan yang terjadi akan mudah putus dan tersambung kembali. Nilai b_c menurut Anoraga dkk (2011) dapat digunakan untuk mengetahui efektifitas inhibitor dalam menurunkan reaksi katodik pada logam. Nilai b_c yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 bernilai tidak beraturan seiring dengan kenaikan konsentrasi KI yang ditambahkan. Hal ini mengindikasikan bahwa inhibitor kurang optimal menurunkan reaksi katodik pada logam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sesuai hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penambahan KI pada media 2% NaCl yang mengandung 10 mg/L kitosan sebagai inhibitor yaitu terjadinya efek sinergis antara KI dan kitosan dalam menghambat korosi pada penambahan 40 mg/L kitosan dan efek mempercepat proses korosi saat ditambahkan KI lebih dari 40 mg/L. Melalui metode pengurangan berat didapatkan nilai optimum efisiensi inhibisi KI dengan adanya inhibitor 10 mg/L kitosan sebesar 24,06% pada penambahan 40 mg/L KI. Menggunakan metode polarisasi potensiodinamik didapatkan titik optimum efisiensi inhibisi yang sama yaitu pada penambahan 40 mg/L KI dengan nilai efisiensi inhibisi sebesar 80,41%. Terjadi peningkatan efisiensi inhibisi kitosan dengan adanya KI dan terjadi peningkatan optimum pada penambahan 40 mg/L KI. Metode pengurangan berat menunjukkan bahwa sebelum ditambahkan KI, efisiensi inhibisi kitosan sebesar 11,33% dan meningkat hingga 32,67% saat ditambah 40 mg/L KI. Penentuan menggunakan metode polarisasi potensiodinamik menunjukkan sebelum ditambahkan KI efisiensi inhibisi kitosan sebesar 31,10% dan terjadi peningkatan optimum pada penambahan 40 mg/L KI yaitu sebesar 86,50%.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan KI dengan konsentrasi lebih dari 80 mg/L sehingga dapat diketahui kenaikan fluktuatif yang didapatkan dalam penelitian ini cenderung bergerak terus naik atau turun saat ditambahkan KI dengan konsentrasi lebih dari 80 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Abboud, Y., Abourriche, A., Saffaj, T., Berrada, M., Charrouf, M., Bennamara, A., et al. (2009). A novel azo dye, 8-quinolinol-5-azoantipyrine as corrosion inhibitor for mild steel in acidic media. *Desalination* 237, 175-189.
- Abdallah, M., Zaaferany, I., Fawzy, A., Radwan, M., & Abdfattah, E. (2013). Inhibitor of Aluminium Corrosion in Hydrochloric Acid by Cellulose and Chitosan. *Journal of American Science* 9 (4), 580-586.
- Anoraga, K., Harmami, & Wahyudi, A. (2011). Pengaruh Penambahan Ion I⁻ Terhadap Inhibisi Korosi Baja SS 304 dalam Larutan HCl 1 M dengan Senyawa Purin/ Hasil Kondensasi Formamida. *Prosiding Tugas Akhir Kimia-FMIPA ITS*. Surabaya: Kimia-FMIPA ITS.
- Arenas, M. A. (2002). Cerium: a Suitable Green Corrosion Inhibitors for Tinplate. *Corrosion Science* 44, 511-520.
- Astuti, S. M. (2006). Teknik Pelaksanaan Percobaan Pengaruh Konsentrasi Garam dan Blanching Terhadap Mutu Acar Buncis. *Buletin Teknik Pertanian Vol, 11 No. 2*, 59-63.
- Atmadja, S. T. (2010). Pengendalian Korosi pada Sistem Pendingin Menggunakan Penambahan Zat Inhibitor. *ROTASI*, 7-13.

- Aziz, A., Karim, Z., & Yusuf. (2012). Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor Kalsium Karbonat dan Tapioka terhadap Tingkat Laju Korosi pada Pelat Baja Tangki. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, 20, 205-206.
- Bammou, I., Mihit, M., Salghi, R., Bouyanzer, A., Al-Deyab, S., Bazzi, L., et al. (2011). Inhibition Effect of Natural Artemisia Oils Towards Tinplate Corrosion in HCl Solution: Chemical Characterization and Electrochemical Study. *International Journal ElectrochemistryScience.*, 6, 1454-1467.
- Blunden, S., & Wallace, T. (2003). Tin in Canned Food: a Review and Understanding of Occurrence and Effect. *Food and Chemical Technology* 41, 1651-1662.
- Boogaard, P., Boisset, M., Blunden, S., Davies, S., & Ong, T. (2003). Comparative Assessment of Gastrointestinal Irritant Potency in Man of Tin(II) Chloride and Tin Migrated from Packaging. *Food and Chemical Technology* 41(12), 1663-1670.
- Brett, C., & Melo, P. (1997). Influence of Anions on the Corrosion of High Speed Steel. *Journal of Applied Electrochemistry* 27, 959-964.
- BSNI. (2000). *Detail SNI*. Retrieved November 12, 2014, from bsn.go.id:
http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/3964

- Cahyadi, W. (2007). Kestabilan Garam Beriodium dalam Sediaan Makanan Selama Proses Pemasakan. *Infomatek Vol. 9 No.2*.
- Cahyadi, W. (2008). Penentuan Kadar Spesi Yodium dalam Garam Beryodium yang Beredar di Pasar dan Bahan Makanan Selama Pemasakan dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi-Pasangan Ion. *Media Medika Indonesia*, 22-29.
- Da-Hai, X., Shi-Zhe, W., Hui-Chao, B., Yu-Xuan, J., & Zhe-Wen, H. (2011). Corrosion Behavior of Tinplate in NaCl Solution. *Trans Nonferrous Material. Society China* 22(2012), 717-724.
- Dalimunthe, I. S. (2004). Kimia dari Inhibitor Korosi.
- Darmono. (2001). Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa logam. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Ebenso, E., Alemu, H., & Umoren, S. O. (2008). Inhibition of Mild Steel Corrosion in Sulphuric Acid Using Alizarin Yellow GG Dye and Synergistic Iodide Additive. *International Journal Electrochemistry Science*, 3, 1325-1339.
- Erna, M. (2014). Efektifitas Kitin dan Beberapa Turunannya sebagai Inhibitor Korosi Baja dalam Air Gambut.
- Erna, m., Emriadi, Alif, A., & Arief, S. (2011). Efektifitas Kitosan sebagai Inhibitor Korosi pada Baja Lunak dalam Air Gambut. *Jurnal Natur Indonesia Vol 13. No.2*.

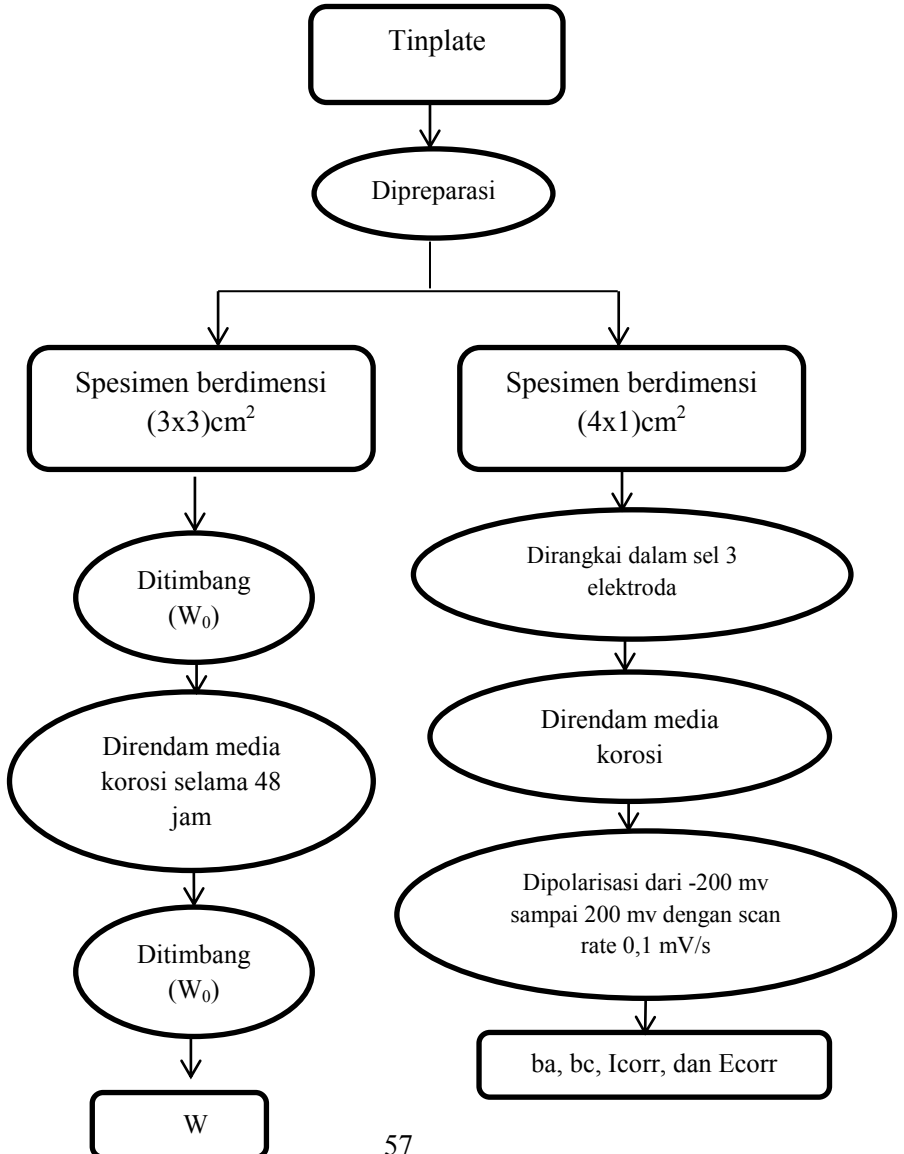
- Farag, A. A., & Hegazy, M. A. (2013). Synergistic Inhibition Effect of Potassium Iodide and Novel Schiff Bases on X65 Steel Corrosion in 0.5 M H₂SO₄. *Corrosion Science* 74, 168-177.
- Fardiaz, S., & Suliantari. (1988). Senyawa Antimikroba. *PAU Pangan dan Gizi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Firmansyah, D. (2011). Studi Inhibisi Korosi Baja Karbon dalam Larutan Asam 1M HCl oleh Ekstrak Daun Sirsak (*Annona Muricata*). *Tesis*.
- Handayani, M., & Sulistiyono, E. (2009). Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir* (pp. 130-136). Bandung: PTNBR-BATAN.
- Hoang, H. (2007). Electrochemical Synthesis of novel polyaniline Montmorillonite.
- Ismail, T., & Sumadjo, R. (2003). Sintesis Garam SnCl₂ dari Bahan Kemasan Berlapis Timah. *JSKA. Vol. VI No. 3*.
- Jeyaprabha, C., Sathiyarayanan, S., Muralidharan, S., & Venkatachari, G. (2006). Corrosion Inhibition of Iron in 0, mol/L H₂SO₄ by Halide Ions. *Journal Brazil Chemistry Society*, 61-67.
- Jones, D. A. (1996). *Principle and Prevention of Corrosion. Second Edition*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Julianti, E., & Nurminah, M. (2006). *Buku Ajar Teknologi Pengemasan*. Medan: USU.

- Kundari, N. A., & Wiyuniati, S. (2008). Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir* (pp. 489-496). Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN.
- Mahmoud, N., & El-Haddad. (2013). Chitosan as a Green Inhibitor for Copper Corrosion in Acidic Medium. *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol.55, 142-149.
- Morimoto, Minoru., Saimoto, Hiroyuki., & Yoshihiro. (2003). Control of Function of Chitin and Chitosan by Chemical Modification. *Cheminform*, Vol. 34, No. 28,
- Ngandayani, D. (2011). *Pengaruh Konsentrasi Adsorbat, Temperatur, dan Tegangan Permukaan pada Proses Adsorpsi Gliserol oleh Karbon Aktif*. Surakarta: perpustakaan.uns.ac.id.
- Noor, E. A., & Al-Moubaraki, A. (2008). Thermodynamic study of metal corrosion and inhibitor adsorption processes in mild steel/1-methyl-4[4'(-X)-styryl pyridinium iodides/hydrochloric acid systems . *Material Chemistry and Physics* 110, 145-154.
- Prianto, G. (1987). Proses-Proses Mikrobiologi Pangan. *Pusat Antar Universitas UGM*.
- Radojcic, I., Bekovic, K., Kovac, S., & Vorkapic-Furac, J. (2008). Natural Honey and Black Radish Juice as Tin Corrosion Inhibitors. *Corrosion Science* 50, 1498-1504.

- Raphael, V. P., Kakkassery, J. T., Shanmughan, S. K., & Paul, A. (2013). Study of Synergistic Effect of Iodide on the Corrosion Antagonistic Behaviour of a Heterocyclic Phenylhydrazone in Sulphuric Acid Medium on Carbon Steel. *ISRN Corrosion*.
- Restiawan, D., & Harmami. (2013). Kinina sebagai Inhibitor Korosi Baja SS 304 dalam Media 1 M H₂SO₄ dengan Variasi Suhu. *Jurnal Sains dan Teknologi POMITS*. Vol. 2, No. 1, c34-c37.
- sciencelab. (2010). *Material Safety Data Sheet*. Retrieved nopember 1, 2014, from www.sciencelab.com/msds.
- Shaw, B., & Kelly, R. (2006). What is Corrosion. *The Electrochemical Society Interface*, 24-26.
- Smith, J. S., & Hui, Y. H. (2004). *Food Processing Principles and Application*. Iowa: Blackwell Publishing.
- Solehudin, A., & Untung, H. A. (2009). Adsorpsi SenyawaThiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Baja Karbon dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat. *TORSI*, vol VII, No. 1, 1-12.
- Suardana, I. N. (2008). Optimalisasi Daya Adsorpsi Zeolit Terhadap Ion Kromium (III). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora* , 17-33.
- Umoren, S. A., Obot, L. ., & Ebenso, E. E. (2008). Corrosion Inhibition of Aluminium Using Exudate Gum from *Pachylobus edulis* in the Presence of HalideIons in HCl. *E-Jornal of Chemistry Vol.5, No.2*, 355-364.

- Umoren, S., Li, Y., & Wang, F. (2010). Electrochemical Study of Corrosion Inhibitor and Adsorption Behaviour for Pure Iron by Polyacrylamide in H_2SO_4 : Synergistic effect of iodide ions. *Corrosion Science* 52, 1777-1786.
- Utomo, B. (2009). Jenis Korosi dan Penggunaannya. *KAPAL*, 138-141.
- Wijayanto, K. (2014). Kitosan sebagai Inhibitor Korosi pada Kaleng Tinplate dalam Media 3% NaCl. *Skripsi Jurusan Kimia FMIPA-ITS*.
- Xia, D., Song, S., Gong, W., Jiang, Y., Gao, Z., & Wang, J. (2012). Detection of Corrosion-Induced Metal Release from Tinplate Cans Using a Novel Electrochemical Sensor and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer. *Journal of Food Engineering*, 11-18.
- Yuyun, & Gunarsa, D. (2011). *Cerdas Mengemas Produk Makanan dan Minuman*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka.

LAMPIRAN A
SKEMA KERJA



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN PEMBUATAN LARUTAN

A. Pembuatan 3% (v/v) asam asetat

$$3\% = \frac{30 \text{ ml (asam asetat 100\%)}}{1000 \text{ ml (aqua DM)}}$$

Karena digunakan asam asetat 98%, maka

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$98\% \times V1 = 3\% \times 1000 \text{ ml}$$

$$V1 = 30,6 \text{ ml}$$

Maka untuk membuat 3% asam asetat, dilarutkan 30,6 ml asam asetat 98 % dengan menggunakan aqua DM hingga 1000 ml

B. Pembuatan media korosi 2% (w/v) NaCl

$$2\% = \frac{20 \text{ gram}}{1000 \text{ ml}}$$

Maka untuk membuat 2% NaCl dilakukan dengan cara melarutkan 20 gram NaCl dengan aqua DM hingga 1000 ml.

C. Pembuatan 1 liter 10 mg/L kitosan dalam media korosi 2% NaCl

Pembuatan 10.000 mg/L kitosan dalam 3% asam asetat:

$$10.000 \frac{mg}{L} = \frac{1 gram}{100 ml}$$

Pembuatan media korosi 2% NaCl yang mengandung 10 mg/L kitosan:

$$M1 V1 = M2 V2$$

$$10000 \frac{mg}{L} \times V1 = 10 \frac{mg}{L} \times 1000 ml$$

$$V1 = 1 ml$$

Maka untuk membuat media korosi yang mengandung 10 mg/L kitosan dilakukan dengan cara membuat larutan 10.000 mg/L kitosan dahulu dengan melarutkan 1 gram kitosan ml dengan penambahan 3% asam asetat hingga 100 ml. Setelah itu diambil 1 ml dan ditambahkan media korosi 2 % NaCl hingga 1000 ml.

D. Pembuatan variasi konsentrasi KI dalam 250 ml media korosi yang mengandung 10 mg/L kitosan

D.1 Pembuatan 30 mg/L KI

$$\frac{30 \text{ mg}}{1 \text{ Liter}} = \frac{\text{Massa KI}}{0,25 \text{ liter}}$$

$$\text{Massa KI} = 7,5 \text{ mg}$$

D.2 Pembuatan 40 mg/L KI

$$\frac{40 \text{ mg}}{1 \text{ Liter}} = \frac{\text{Massa KI}}{0,25 \text{ liter}}$$

$$\text{Massa KI} = 10 \text{ mg}$$

D.3 Pembuatan 50 mg/L KI

$$\frac{50 \text{ mg}}{1 \text{ Liter}} = \frac{\text{Massa KI}}{0,25 \text{ liter}}$$

$$\text{Massa KI} = 12,5 \text{ mg}$$

D.4 Pembuatan 60 mg/L KI

$$\frac{60 \text{ mg}}{1 \text{ Liter}} = \frac{\text{Massa KI}}{0,25 \text{ liter}}$$

$$\text{Massa KI} = 15 \text{ mg}$$

D.5 Pembuatan 70 mg/L KI

$$\frac{70 \text{ mg}}{1 \text{ Liter}} = \frac{\text{Massa KI}}{0,25 \text{ liter}}$$

$$\text{Massa KI} = 17,5 \text{ mg}$$

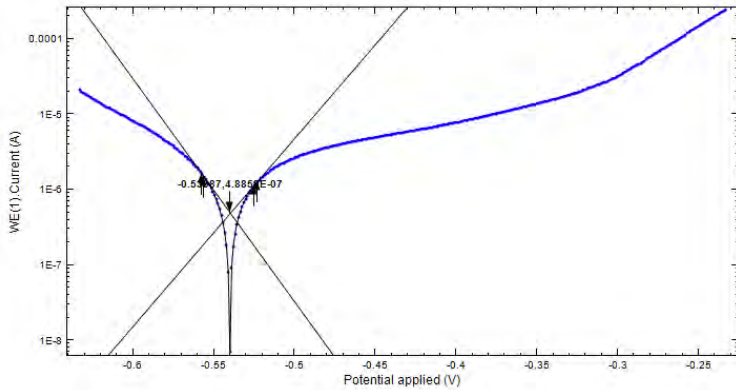
D.6 Pembuatan 80 mg/L KI

$$\frac{80 \text{ mg}}{1 \text{ Liter}} = \frac{\text{Massa KI}}{0,25 \text{ liter}}$$

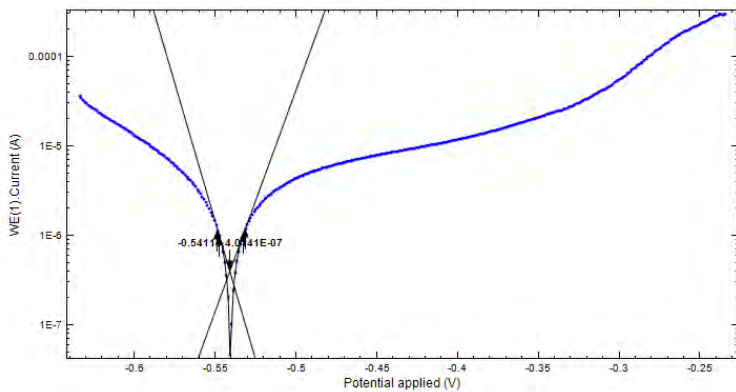
$$\text{Massa KI} = 20 \text{ mg}$$

Sehingga untuk membuat media korosi dengan variasi konsentrasi KI, dilakukan dengan cara melarutkan KI (dengan variasi massa yang telah dihitung) menggunakan 2% NaCl yang mengandung 10 mg/L kitosan hingga 250 ml.

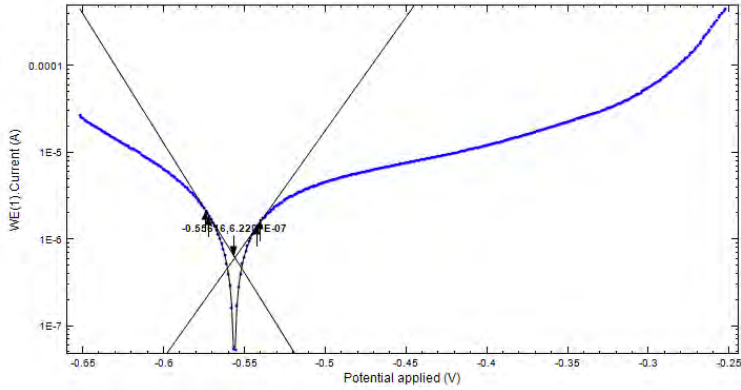
LAMPIRAN C KURVA POLARISASI



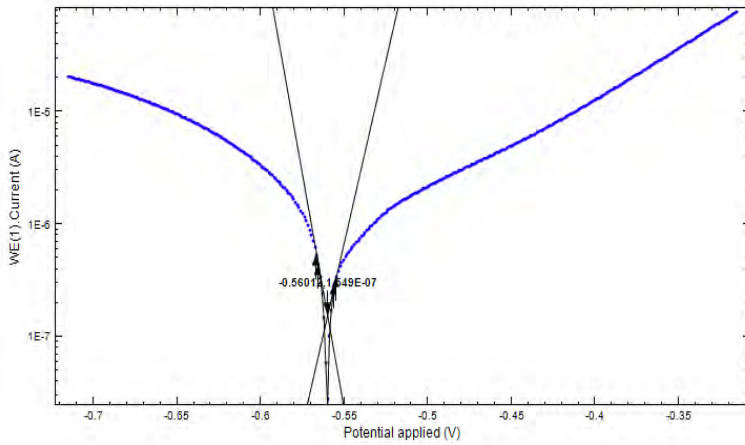
Gambar C.1.1 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI (1)



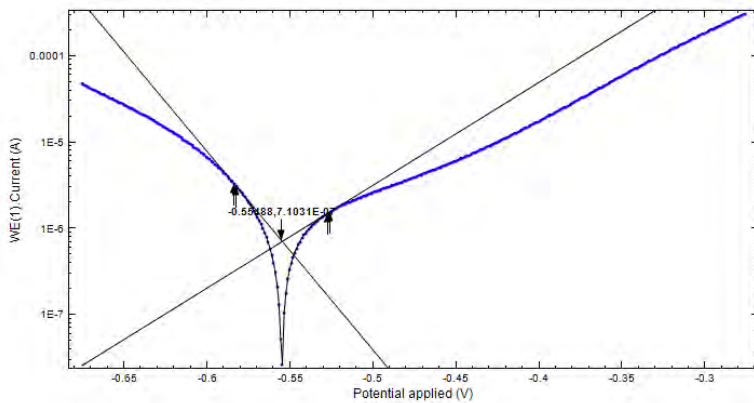
Gambar C.1.2 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI (2)



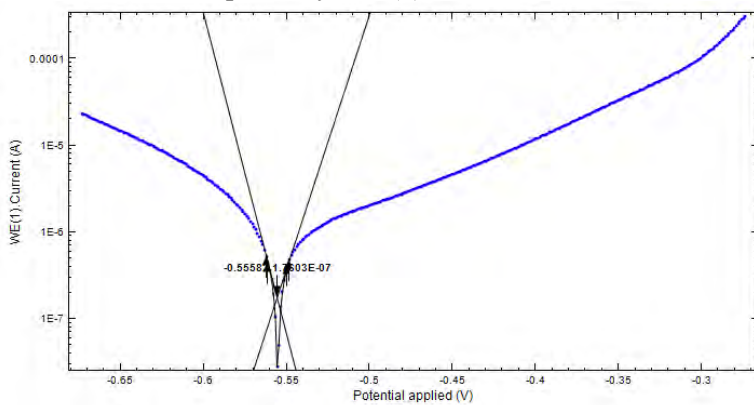
Gambar C.1.2 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI (2)



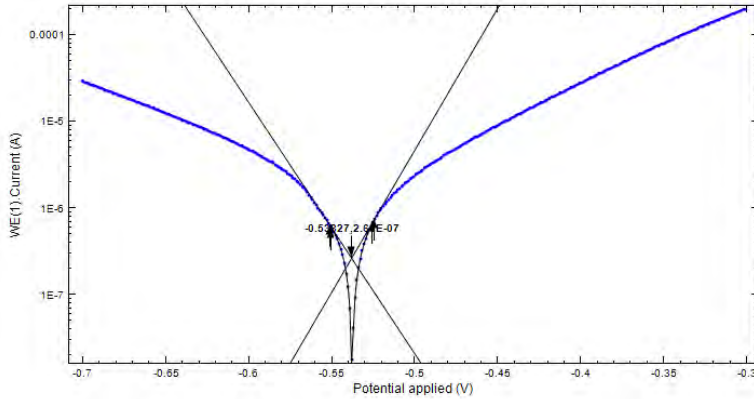
Gambar C.2. 1 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan tanpa adanya KI (1)



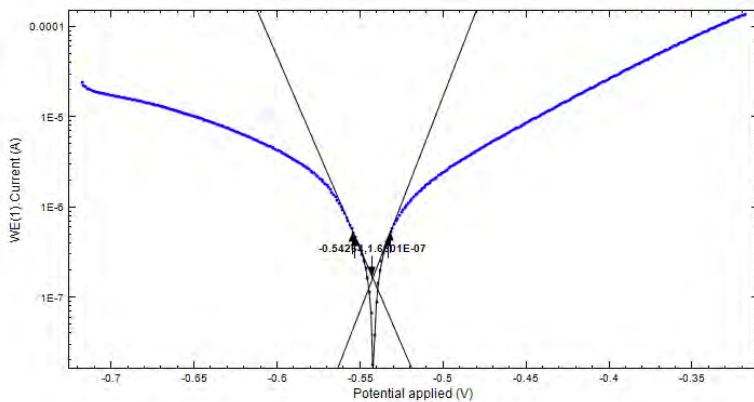
Gambar C.2. 2 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan tanpa adanya KI (2)



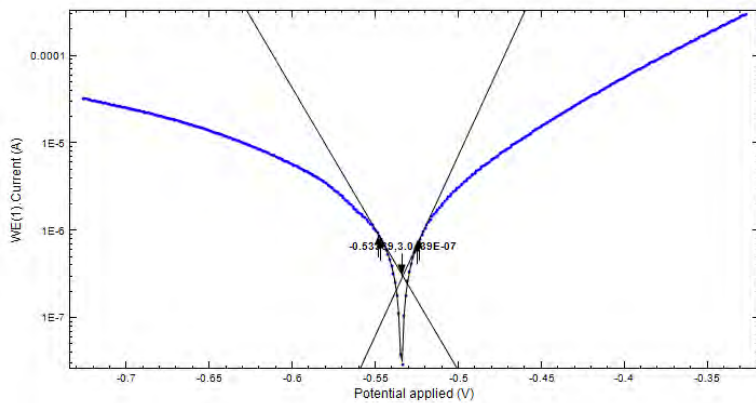
Gambar C.2. 3 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan tanpa adanya KI (3)



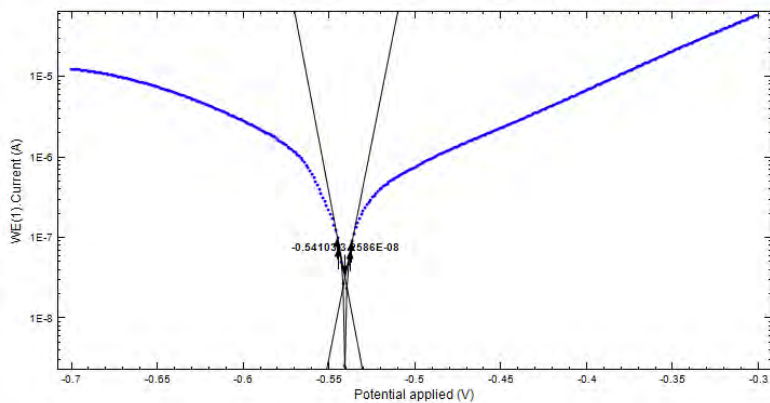
Gambar C.3. 1 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI (1)



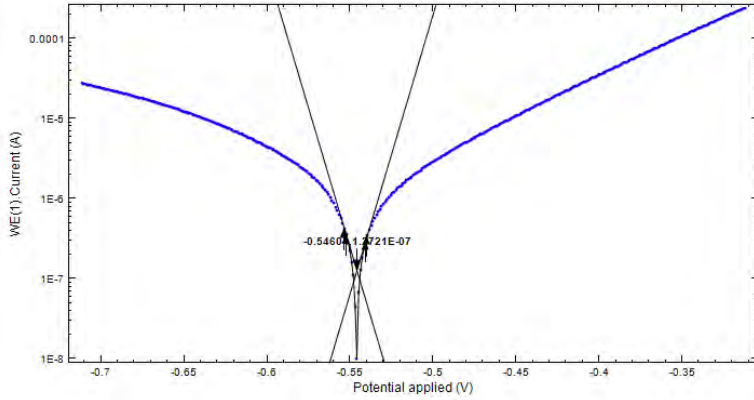
Gambar C.3. 2 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI (2)



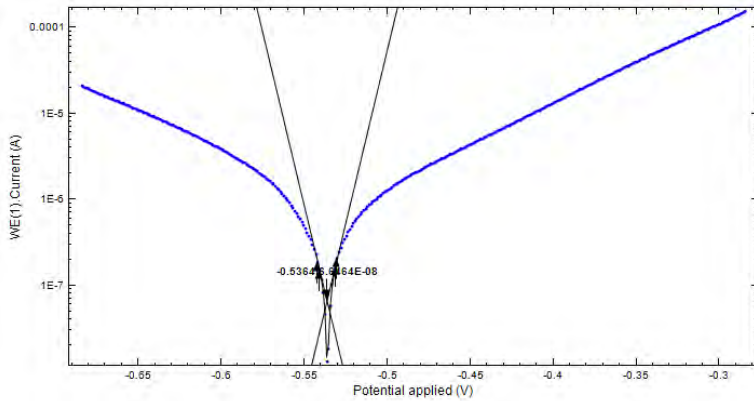
Gambar C.3. 3 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI (3)



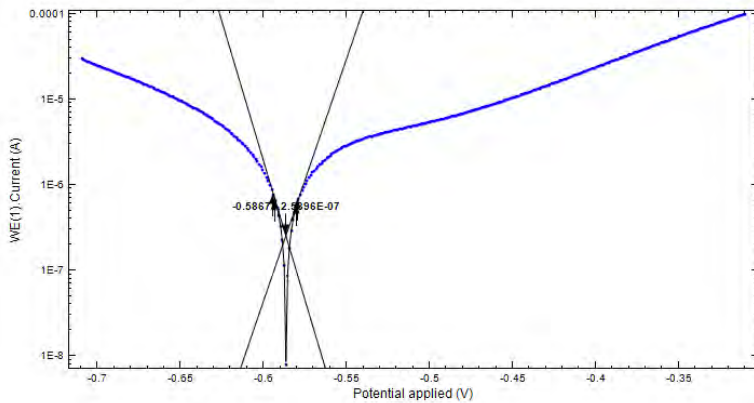
Gambar C.4. 1 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI (1)



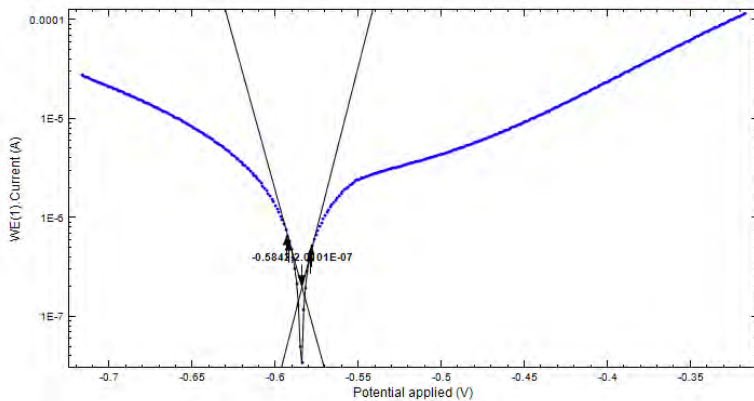
Gambar C.4. 2 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI (2)



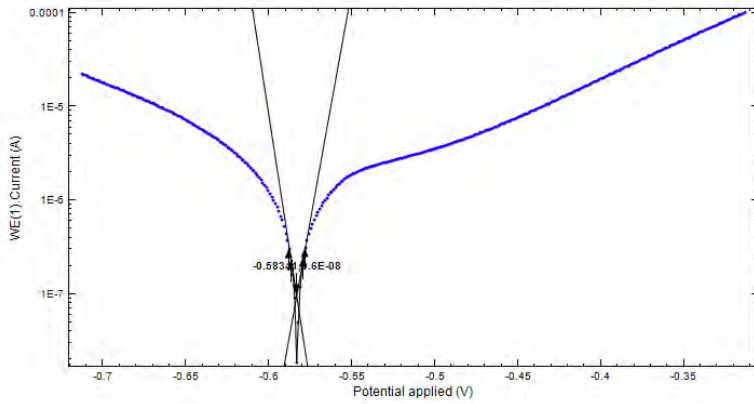
Gambar C.4. 3 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI (3)



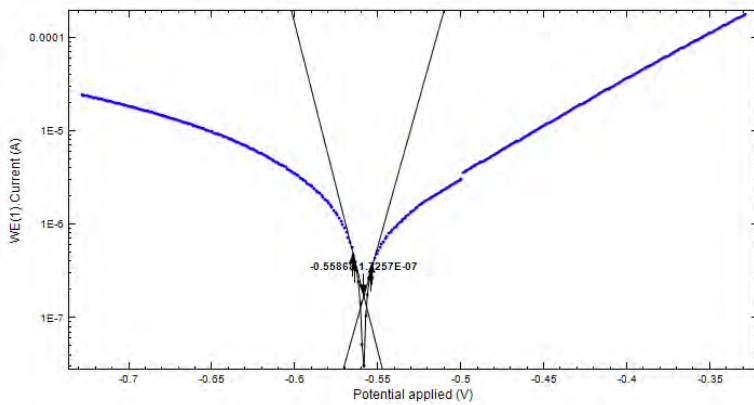
Gambar C.5. 1 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI (1)



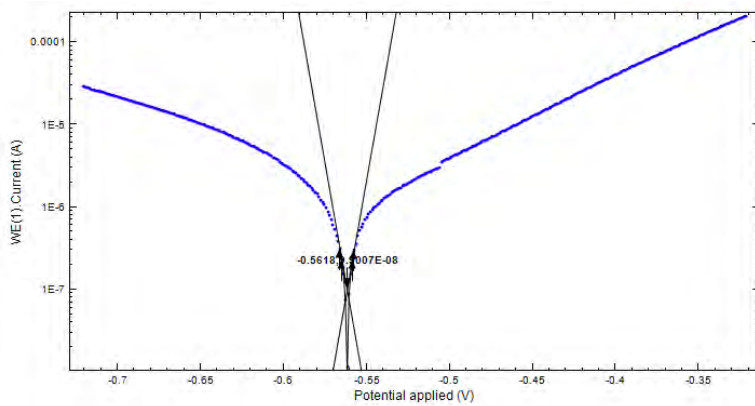
Gambar C.5. 2 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI (2)



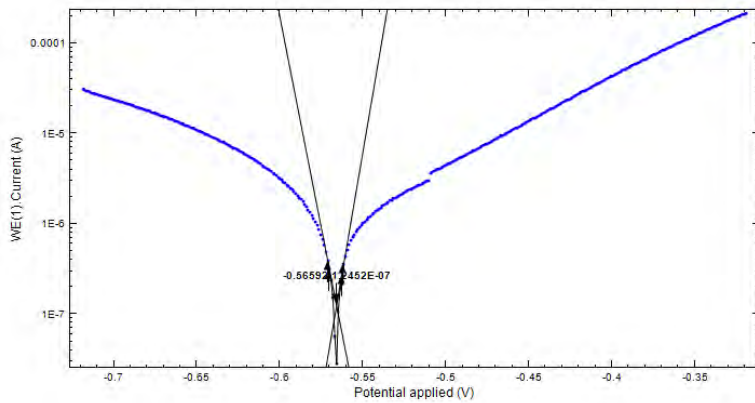
Gambar C.5. 3 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI (3)



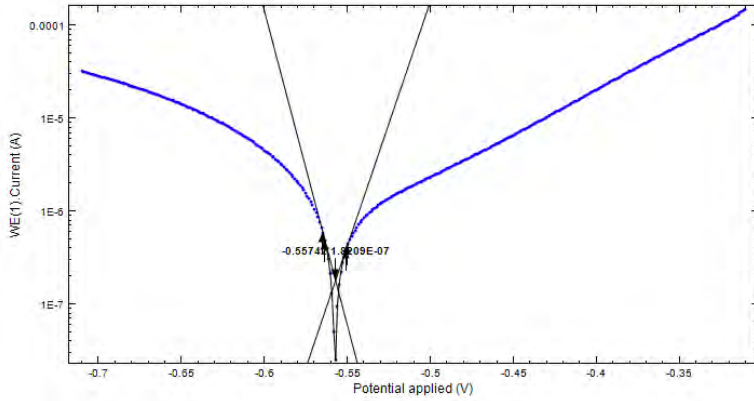
Gambar C.6. 1 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 60 mg/L KI (1)



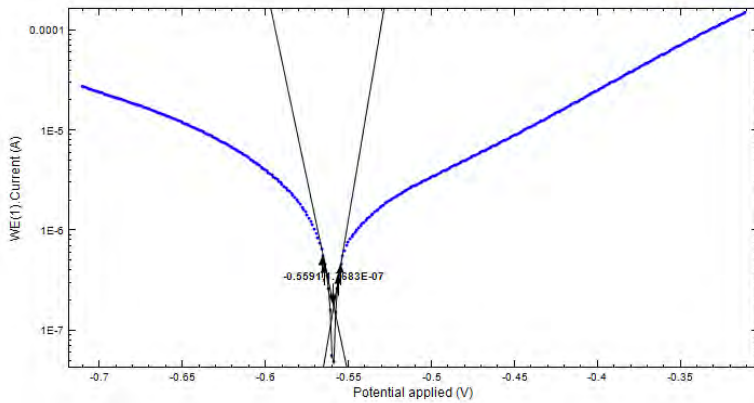
Gambar C.6. 2 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 60 mg/L KI (2)



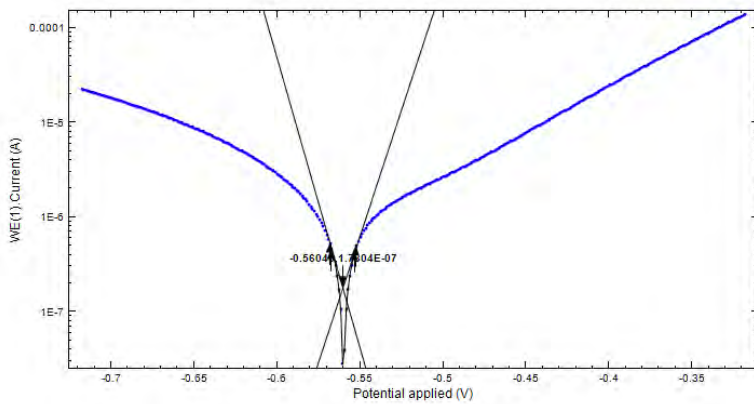
Gambar C.6. 3 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 60 mg/L KI (3)



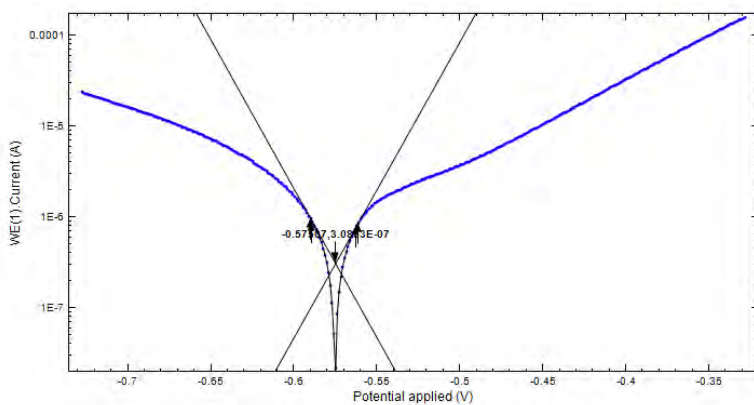
Gambar C.7. 1 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 70 mg/L KI (1)



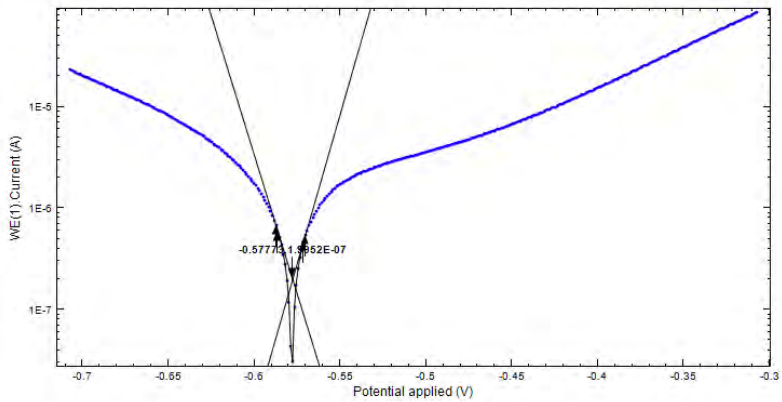
Gambar C.7. 2 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 70 mg/L KI (2)



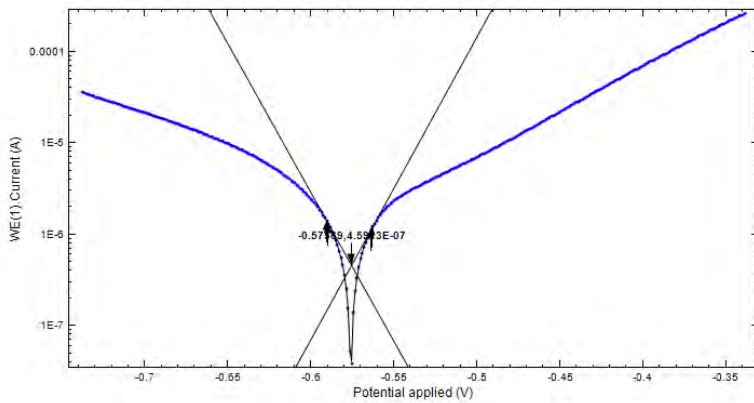
Gambar C.7. 3 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 70 mg/L KI (3)



Gambar C.8. 1 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 80 mg/L KI (1)



Gambar C.8. 2 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 80 mg/L KI (2)



Gambar C.8. 3 Media korosi dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 80 mg/L KI (3)

LAMPIRAN D
DATA POLARISASI POTENSIODINAMIK

Perhitungan Nilai Efisiensi Inhibisi KI

$$\%EI(1) = \frac{I_{corr} \text{ tanpa KI} - I_{corr} \text{ dengan adanya KI}}{I_{corr} \text{ tanpa KI}} \times 100\%$$

$$\%EI(1) = \frac{2.32 \times 10^{-6} - 1.67 \times 10^{-6}}{2.32 \times 10^{-6}} \times 100\%$$

$$\%EI(1) = 28.2 \%$$

Perhitungan Nilai Efisiensi Inhibisi Kitosan tanpa dan dengan Adanya Variasi KI

$$\%EI(2) = \frac{I_{corr} \text{ tanpa Kitosan dan KI} - I_{corr} \text{ dengan adanya KI}}{I_{corr} \text{ tanpa kitosan dan KI}} \times 100\%$$

$$\%EI(2) = \frac{3.37 \times 10^{-6} - 2.32 \times 10^{-6}}{3.37 \times 10^{-6}} \times 100\%$$

$$\%EI(2) = 31.10 \%$$

Tabel D.1 Hasil pengukuran polarisasi potensiodinamik *tinplate* dalam berbagai variasi media

Konsentrasi KI		ba (V/dec)	\overline{ba}	bc (V/dec)	\overline{bc}	Ecorr (V)	icorr (A)	icorr rata-rata	%EI (1)	%EI (2)
Tanpa Kitosan dan KI	1	0.12204	0.102463	0.44722	0.280197	-0.54025	3.46E-06	3.37x 10 ⁻⁶	-	0
	2	0.080489		0.17356		-0.54074	3.31E-06			
	3	0.10486		0.21981		-0.55656	3.34E-06			
0 mg/L	1	0.047575	0.072535	0.14338	0.394183	-0.5605	2.28 x10 ⁻⁶	2.32x10 ⁻⁶	0	31.10
	2	0.073958		0.56144		-0.55517	2.14 x10 ⁻⁶			
	3	0.096071		0.47773		-0.55549	2.55 x10 ⁻⁶			
30 mg/L	1	0.35016	0.258847	0.12962	0.099856	-0.53801	2.13 x10 ⁻⁶	1.67 x10 ⁻⁶	28.2	50.53
	2	0.3019		0.087576		-0.54226	1.40 x10 ⁻⁶			
	3	0.12448		0.082373		-0.53452	1.48 x10 ⁻⁶			
40 mg/L	1	0.085033	0.067801	0.095664	0.064087	-0.54097	4.43 x10 ⁻⁷	4.55 x10 ⁻⁷	80.41	86.50
	2	0.033527		0.040274		-0.54631	4.30 x10 ⁻⁷			
	3	0.084844		0.056324		-0.53621	4.92 x10 ⁻⁷			

50 mg/L	1	0.057951	0.065889	0.090225	0.098105	-0.58661	1.47×10^{-6}	1.35×10^{-6}	41.69	59.82
	2	0.074505		0.10308		-0.58469	1.48×10^{-6}			
	3	0.065211		0.10101		-0.5832	1.11×10^{-6}			
60 mg/L	1	0.04852	0.058851	0.18261	0.142507	-0.55903	1.24×10^{-6}	1.32×10^{-6}	43.36	60.97
	2	0.054215		0.1376		-0.56197	1.22×10^{-6}			
	3	0.073817		0.10731		-0.56631	1.49×10^{-6}			
70 mg/L	1	0.055385	0.096598	0.28822	0.190001	-0.55776	2.07×10^{-6}	2.06×10^{-6}	11.26	38.85
	2	0.12231		0.087263		-0.55958	2.14×10^{-6}			
	3	0.1121		0.19452		-0.56016	1.97×10^{-6}			
80 mg/L	1	0.11382	0.095572	0.14614	0.129392	-0.57543	1.74×10^{-6}	1.75×10^{-6}	24.74	48.15
	2	0.088651		0.14356		-0.57829	1.68×10^{-6}			
	3	0.084246		0.098477		-0.57616	1.83×10^{-6}			

Keterangan:

%EI(1) = Efisiensi Inhibisi yang dihitung dengan blanko media Korosi 2% NaCl + 10 mg/L Kitosan

%EI(2)= Efisiensi Inhibisi yang dihitung dengan blanko media korosi 2% NaCl

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN E

DATA PENGURANGAN BERAT

Perhitungan nilai laju korosi

$$CR = \frac{87,6 \times 10^4 \times \Delta \text{Massa (g)}}{\text{Densitas} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^2} \right) \times \text{Luas penampang (cm}^2 \text{)} \times \text{Waktu (jam)}}$$

Diketahui:

Luas penampang uji = 3 cm x 3 cm
= 9 cm²

Densitas = 34.26866667 g/cm²

Waktu = 48 jam

ΔMassa= (sesuai tabel)

Maka:

$$CR = \frac{87,6 \times 0,0044}{34,26866667 \times 9 \times 48}$$

(Digunakan cara yang sama pada tiap variasi media)

Perhitungan Nilai Efisiensi Inhibisi KI (%EI (1))

$$\%EI(1) = \frac{\Delta \bar{W} \text{ tanpa KI} - \Delta \bar{W} \text{ dengan adanya KI}}{\Delta \bar{W} \text{ tanpa KI}} \times 100\%$$

$$\%EI(1) = \frac{0,0043 - 0,0037}{0,0043} \times 100\%$$

$$\% EI(1)= 16.54\%$$

Perhitungan Nilai Efisiensi Inhibisi Kitosan tanpa dan dengan Adanya Variasi KI (%EI (2))

$$\%EI(2) = \frac{\Delta \overline{W} \text{ tanpa Kitosan dan KI} - \Delta \overline{W} \text{ dengan adanya KI}}{\Delta \overline{W} \text{ tanpa kitosan dan KI}} \times 100\%$$

$$\%EI(2) = \frac{0,005 - 0,0043}{0,005} \times 100\%$$

$$\%EI(2) = 11,33\%$$

(Digunakan cara yang sama pada tiap variasi media)

Variasi Media		W ₀ (g)	W _i (g)	ΔW (g)	$\Delta \overline{W}$	Laju Korosi (mmpy)	%EI (1)	%EI (2)
MK	1	1.5121	1.5071	0.005	0.005	0.296	-	0
	2	1.4955	1.4907	0.0048				
	3	1.5137	1.5085	0.0052				
MK+CS	1	1.5291	1.5247	0.0044	0.00443	0.262	0	11.33
	2	1.4569	1.4526	0.0043				
	3	1.5003	1.4957	0.0046				
MK+CS+30 mg/L KI	1	1.5204	1.5166	0.0038	0.00370	0.219	16.54	26.00
	2	1.4953	1.4916	0.0037				
	3	1.4645	1.4609	0.0036				

MK+CS+40 mg/L KI	1	1.4742	1.4708	0.0034	0.00337	0.199	24.06	32.67
	2	1.4992	1.4959	0.0033				
	3	1.478	1.4746	0.0034				
MK+CS+50 mg/L KI	1	1.5133	1.5093	0.004	0.00403	0.239	9.02	19.33
	2	1.4819	1.4778	0.0041				
	3	1.5468	1.5428	0.004				
MK+CS+60 mg/L KI	1	1.4861	1.4821	0.004	0.00407	0.241	8.27	18.67
	2	1.4895	1.4853	0.0042				
	3	1.5168	1.5128	0.004				
MK+CS+70 mg/L KI	1	1.465	1.4609	0.0041	0.00417	0.247	6.02	16.67
	2	1.5484	1.5442	0.0042				
	3	1.4934	1.4892	0.0042				
MK+CS+80 mg/L KI	1	1.4619	1.4578	0.0041	0.00413	0.245	6.77	17.33
	2	1.5201	1.516	0.0041				
	3	1.4552	1.451	0.0042				

Keterangan:

MK = Media korosi 2% NaCl

CS = 10 mg/L Kitosan

%EI(1) = Efisiensi Inhibisi yang dihitung dengan blanko MK+CS

%EI(2) = Efisiensi Inhibisi yang dihitung dengan blanko MK

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Firman Ardyansyah. Lahir di Gresik, pada tanggal 9 Maret 1993. Merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di TK Bakti 3. Lulus dari TK pada tahun 1999, penulis melanjutkan pendidikan di SDN Petrokimia Gresik. Kemudian pada tahun 2005 menempuh pendidikan di SMPN 1 Gresik. Lulus dari SMP pada tahun 2008 kemudian melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Kebomas. Pada tahun 2011, penulis diterima di Jurusan Kimia FMIPA ITS melalui jalur SNMPTN Undangan dan terdaftar dengan NRP. 1411100025. Dalam menyelesaikan tugas akhirnya penulis mengambil bidang Kimia Fisik. Selama menjadi mahasiswa ITS, penulis aktif dalam organisasi mahasiswa . Diantaranya menjadi staff tim ahli BEM FMIPA ITS 2012/2013 dan sebagai ketua DPM FMIPA ITS 2013/2014. Penulis juga pernah mengikuti kerja praktek di PT Petrokimia Gresik sebagai staff Quality Control di Lab Uji Kimia. Penulis dapat dihubungi di firman.ardiansyah25@gmail.com